Construction de bateaux de pêche: 1 La construction des bateaux de pêche à membrures sciées

Préparé par
John F. Fyson (*)
Service de la technologie des pêches
Division des industries de la pêche

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites

M-41
ISBN 92-5-202672-X

Tous droits réservés Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, mise en mémoire dans un système de recherche bibliographique ni transmise sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit électronique, mécanique, par photocopie ou autre, sans autorisation préalable Adresser une demande motivée au Directeur de la Division des publications, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Via delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie, en indiquant les passages ou illustrations en cause

© FAO 1988

PREPARATION DE CE DOCUMENT

Un document semblable a déjà été rédigé sur le même sujet lors d'un séjour de l'auteur en Thailande, basé sur son expérience pratique et sur des emprunts à des publications de projets de la FAO : Document Technique sur les Pêches No. 96 publié en 1970.

La présente publication constitue une revision de l'édition de 1970 du même auteur, préparée en sa qualité de Fonctionnaire principal des industries de la pêche du Service de la technologie des pêches, dans le cadre d'une nouvelle série de documents sur la technologie de la construction des bateaux, dans les documents techniques sur les pêches de la FAO.

* Adresse actuelle: M. John F. Fyson
Grand rue
53570 Correns (Var)
France

Distribution:

Département des pêches de la FAO
Fonctionnaires régionaux des pêches de la FAO
Projets FAO des pêches sur le terrain
Constructeurs de bateaux et architectes navals sélectionnés

La référence bibliographique de ce document doit être donnée ainsi:

Fyson, J.F., 1988 Construction de bateaux de pêche: 1. La construction des bateaux de pêche à membrures sciées. FAO Doc.Tech. Pêches, (96)Rev.1:66 p.

RESUME

Cette publication traite de la construction de petits bateaux de pêche. Les deux premiers chapitres donnent toutes les explications concernant les plans de bateaux de l'architecte, ainsi que la façon de passer du plan à la vraie nature pour la préparation des gabarits des diverses pièces à construire; c'est la premìere étape de la construction d'une unité en partant de plans. Les chapitres de 2 à 5, donnent un résumé des méthodes de construction des bateaux en bois avec membrures sciées. Sont également décrites les méthodes de construction d'embarcations en forme et fond en V avec membrures sciées.

TABLE DE MATIERES

		Page
1.	COMMENT LIRE ET COMPRENDRE DES PLANS DE BATEAU	1
1.1	Conventions relatives au tracé des plans	1
1.2	Plans de bateau; ce qu'ils montrent	2
1.2.1	Profil, agencement du pont, et agencement sous le pont	2
1.2.2	Tracés des lignes et table des cotes	2
1.2.3	Profil et plan de construction	5
1.2.4	Sections de construction	6
1.3	Conclusions	6
2.	TRACÉ EN SALLE DES LIGNES EN GRANDEUR	7
2.1	Introduction	7
2.2	Plancher de la salle des gabarits	7
2.3	Règles souples	7
2.4	Le quadrillage	8
2.5	Tables des cotes	9
2.6	Profil	9
2.7	Ligne du pont en plan	10
2.8	Sections	11
2.9	Lignes d'eau	12
2.10	Arcasses	13
2.11	Projection du tableau arrière	14
2.12	Conclusion	15
3.	CONFECTION DES GABARITS ET CONSTRUCTION DE LA QUILLE DE L'ÉTRAVE ET DE L'ÉTAMBOT	16
3.1	Introduction	16
3.2	Rablure et fond de rablure	16
3.3	Gabarits de quille, d'étrave et d'étambot	17
3.4	Construction de la quille, de l'étrave et d'étambot	17
3.5	Gabarits de membrures	18
3.5.1	Chanfreins de membrure	18
3.5.2	Chanfreins de tableau arrière	19
4.	CONSTRUCTION EN MEMBRURES DOUBLES SCIÉES POUR LES COQUES EN FORME ET EN V	20
4.1	Introduction	20
4.2	Agencement des allonges et des varangues - Membrures de section rectangulaire	20
4.3	Agencement des demi-membrures	21
4.4	Assemblage des membrures	21
4.5	Membrures pour la construction à fond en V	22

5. MONTAGE ET DETAILS GENERAUX DE CONSTRUCTION 22

5.1 Montage 22
5.1.1 Fondations 22
5.1.2 Quille/étrave/étambot 23
5.1.3 Membrures complètes 23
5.1.4 Demi-membrures 24
5.1.5 Emboîtement des bouchains pour la construction à fond en V 24
5.2 Détails généraux de construction 25
5.2.1 Serres et guirlandes 25
5.2.2 Courbes et équerres 25
5.2.3 Barrots de pont 26
5.2.4 Bordage 26
5.2.5 Bordé de pont 27

LISTE DE PLANCHES

		Page
I	Aménagement	28
II	Lignes, bateau en forme	29
III	Lignes avec lisse oblique, bateau en forme	30
IV	Lignes, fond en V	31
V	Construction, profil et plan	32
VI	Sections, bateau en forme	33
VII	Sections, fond en V	34
VIII	Table de cotes	35

LISTE DE FIGURES

1. Vue de profil 36
2. Plan horizontal 37
3. Sections 38
4. Grain du bois à contre fil 39
5. Grain du bois à fil droit 39
6. Le quadrillage 40
7. Un bateau divisé en deux à la ligne d'eau 4 41
8. Plan d'une ligne d'eau 42
9. Plan d'une section longitudinale verticale 42
10. Un bateau divisé en deux à la section longitudinale verticale (vue de l'arrière) 43
11. Un bateau divisé en deux à la section longitudinale verticale (vue de l'avant) 44
12. Une section longitudinale verticale vue dans le plan des couples 45
13. Lisse oblique 45
14. Elever une perpendiculaire sur une ligne de base 46
15. Etablir un point par l'intersection de deux lignes 46
16. Ligne d'eau du profil projetée sur le demi-plan horizontal 47
17. A. Sect. long. vert. du demi-plan projetée sur le profil
    B. Intersection d'une sect. long. vert. avec une ligne d'eau projetée du demiplan sur le profil 47
18. Le quadrillage pour projection d'un tableau arriére 48
19. Projection d'un tableau arrière plat 49
20. Rablure de la quille (vue en section) 50
21. Rablure de l'étrave (vue en plan) 50
22. Gabarit de rablure 50
23. Equerrage d'une membrure (couple avant) 51
24. Relever l'écartement des membrures 51
25. Equerrage d'une membrure (couple arrière) 51
26. Equerrage du tableau arrière 52
27. Membrure avec varangues longues et courtes 53

Page

28. Membrure avec varangue simple 54
29. Membrure simple, avant 55
30. Membrures sciées pour bateaux à fond en V 56
31. Montage sur chantier 57
32. Montage des membrures 58
33. Lisses provisoires pour montage des membrures avant 59
34. Bouchains pour les bateaux en fond de V 60
35. Ecarts 61
36. Bauquière et contre-bauquière 62
37. Courbes, verticales et horizontales 62
38. Sens du fil des bois pour le découpage des courbes 63
39. Cale-entretoise pour les bordages 63
40. Décroisement des abouts 64
41. Gouttières 65
42. Construction de plat-bord 64
43 Plat-bord entaillé pour les abouts des bordages du pont 66

1. COMMENT LIRE ET COMPRENDRE DES PLANS DE BATEAU

Un jeu de plans de bateau peut sembler complexe et difficile à comprendre, même pour celui qui est habitué à lire des plans préparés par des ingénieurs ou des architectes. Cette section a pour but d'expliquer comment un architecte naval trace les formes courbes d'un navire sur une feuille plane de papier, ce que montre chaque feuille d'un jeu de plans, et où trouver les détails de construction et les dimensions nécessaires à la construction d'un bateau.

1.1 Conventions relatives au tracé des plans

Pour montrer tous les détails et dimensions nécessaires d'un objet solide sur une feuille de papier plane, on a recours, dans tous les plans de construction, à trois vues différentes de ce même objet.

Dans les plans de bateau, la première représente le bateau tel qu'il apparaît à une personne se tenant sur un côté. Cette vue, appelée profil, ne montre que les détails du bateau visibles du côté où se trouve l'observateur (fig. 1). La seconde, ou vue en plan, représente ce qu'une personne placée au-dessus du bateau voit en regardant au-dessous d'elle (fig. 2). La troisième, ou coupe, est peut-être un peu plus difficile à comprendre. Imaginons le bateau scié en deux par le travers, à un certain point, et les deux parties séparées. Si une personne se tient devant la partie coupée, elle verra tout ce qui se trouve ainsi exposé.

Dans le tracé de la vue en coupe, l'architecte représente tout ce que cette personne verrait, et les lignes externes sont celles que la scie ferait apparaître de l'extérieur du bateau au fur et à mesure de sa progression (fig. 3).

Certaines lignes utilisées par l'architecte ont une signification particulière et ont pour but de rendre le plan clair pour le lecteur.

La ligne centrale du plan est toujours représentée de la façon suivante: ——.——.—— (traits et points alternés), de sorte que lorsqu'on la voit, on est certain de regarder le centre du plan.

Si l'on se reporte à nouveau à la fig. 3, on s'aperçoit que le trait de scie imaginaire, au cours de sa progression, a coupé certaines pièces de bois en deux et que la personne regardant l'une des deux moitiés de la section verrait l'extrémité coupée de ces pièces.

Pour rendre le plan aisément compréhensible, l'architecte couvre de hachure ces extrémités coupées.

Les pièces coupées en travers de la longueur sont représentées comme dans la fig. 4, tandis que celles qui sont coupées dans le sens de la longueur son représentées comme dans la fig. 5.

Si l'on examine un certain nombre de plans de bateau, on s'aperçoit que l'architecte naval représente toujours l'étrave à droite, et afin de montrer la dimension du bateau, l'échelle est indiquée sur chaque feuille. Par exemple, si l'architecte a tracé le plan à l'échelle de 1 cm pour 10 cm soit au dixième de la grandeur réelle, on voit sur le dessin (généralement en bas et à droite) 1:10, ce qui signifie que chaque centimètre mesuré sur le plan est égal à 10 cm du bateau grandeur réelle.

1.2 Plans de bateau; ce qu'ils montrent

Un jeu complet de plans de construction de bateau comprend généralement les plans suivants:

(a) agencement général comprenant le profil, l'agencement du pont et l'agencement sous le pont;

(b) plan des lignes et table de cotes;

(c) profil et plan de construction;

(d) sections de construction;

(e) menuiserie et autres détails

1.2.1 Profil, agencement du pont, et agencement sous le pont (planche I)

Ce plan est accessible à la plupart des gens. Le profil montre le contour extérieur de la coque telle qu'elle apparaît à flot vue de côté, tandis que le plan d'agencement du pont montre la position du deckhouse, des panneaux et autres éléments de l'équipement du pont vus d'en haut. Le plan d'agencement sous le pont montre la position des divers équipements situés à l'intérieur du bateau. Imaginons que le pont tout entier ait été enlevé, le plan représente ce que l'on verrait alors en regardant à l'intérieur.

1.2.2 Tracé des lignes et table des cotes (voir planche II)

C'est le plan le plus important de tous, et celui qui montre les formes exactes que l'architecte veut voir reproduites par le constructeur.

Regardons tout d'abord parmi les trois plans de la planche II, celui du milieu. C'est une vue de profil de la coque, et le trait extérieur plus épais montre le contour externe du pont, de l'étrave, de la quille et de l'étambot. Oublions pour le moment les autres lignes de ce plan, et ne retenons que la forme du bateau représentée par la ligne de contour en trait gras.

Le dessin du bas de la planche donne la vue en plan, et la ligne de contour en trait gras représente la forme extérieure du pont vu d'en haut. Dans ce cas, le plan ne représente qu'une moitié du bateau puisque l'autre est exactement la même. Là encore, oublions les autres lignes pour le moment.

Il y a enfin le dessin du haut de la planche II qui montre la vue en coupe. On a déjà expliqué au début de cette annexe, ainsi que dans la fig. 3, ce que l'architecte naval désire montrer dans une vue en coupe. Toutefois ce

plan ne donne pas une mais plusieurs sections, et pour économiser de la place et rendre le dessin plus compact, ces sections sont représentées les unes à l'intérieur des autres. La première chose à noter est que l'architecte n'a représenté que la moitié de chaque section puisque, là encore, l'autre moitié est absolument identique. Si l'on se reporte à la ligne centrale du plan (représentée par des traits et points alternés), on remarque que les sections tracées à droite de cette ligne ne sont pas les mêmes que celles que l'on voit à gauche.

L'architecte naval a choisi le long de la coque dix positions équidistantes pour tracer ces sections qui sont numérotées de 0 à 10. Les sections partant du milieu du bateau (section 5 dans la planche II) vers l'étrave sont représentées à la droite de la ligne centrale, en partant de la plus large qui est le N° 5 (au centre) à la plus étroite qui est le N° 10 (près de l'étrave). Les sections partant du N°4 (près du centre) au N°0 (près de la poupe) sont représentées à gauche.

Le profil du contour extérieur du bateau, la vue en plan du pont et les sections mentionnées plus haut suffisent à donner une idée générale de la forme du bateau mais pas à permettre au constructeur de tracer avec précision cette forme en grandeur pour réaliser les gabarits d'après lesquels les pièces de bois seront découpées.

Il faut tout d'abord un système de lignes de référence pour servir de bases aux mesures. Si l'on se reporte à nouveau à la vue de profil de la planche II, on verra une ligne droite tracée en travers du plan juste au-dessous du point le plus bas de la quille. C'est ce que l'on appelle la ligne de base, à partir de laquelle sont effectuées toutes les mesures verticales.

Le long de cette ligne sont tracées des perpendiculaires équidistantes numérotées de 0 à 10. Elles donnent les positions des sections représentées dans la vue en coupe, et le numéro indiqué sous chacune de ces lignes est le même que celui de la section correspondante dans cette vue. Par conséquent, en regardant le numéro d'une section et en trouvant ensuite la perpendiculaire portant le même numéro dans la vue de profil, on peut voir la position exacte de chaque section le long de la coque. Il existe aussi dans la vue de profil une autre série de lignes droites tracées parallèlement à la ligne de base, l'une au-dessus de l'autre à intervalles équidistants. Ces lignes sont appelées flottaison et sont numérotées de bas en haut de 1 à 6 avec le N° 1 (LF 1 sur le planche II) le plus proche de la ligne de base. On voit sur la fig. 6 ces lignes de référence telles qu'elles ont été tracées par l'architecte naval avant qu'il commence à dessiner le profil du bateau (en pointillé dans la fig. 6). Ce système de lignes est appelé quadrillage, et toutes les mesures sont faites à partir de l'une ou l'autre de ces lignes.

On verra que la ligne de base et les lignes de flottaison sont également tracées avec le même espacement dans la vue en coupe, et là aussi toutes les mesures sont faites à partir d'une de ces lignes.

Examinons maintenant la vue en plan de la planche II, les lignes de référence utilisent dans ce cas la ligne centrale comme base, et les lignes montrant les positions des sections sont tracées perpendiculairement à cette ligne centrale. Si l'on passe de ce plan à la vue de profil située au-dessus,

on constate que ces lignes de section ont également le même espacement et sont numérotées de la même façon que dans la vue de profil. Les autres lignes de cette vue en plan sont courbes et portent les mêmes numéros que les lignes de flottaison de la vue de profil. Pour comprendre ce qu'elles représentent, imaginons que nous exécutions une maquette correspondant exactement à la forme du bateau, mais à échelle réduite. Si nous traçons sur le côté une ligne droite représentant une ligne de flottaison telle que la voit un observateur regardant la maquette de côté, que se passera-t-il si nous scions la maquette en deux en suivant cette ligne?

Vues de côte, les deux pièces apparaîtraient comme dans le plan de la fig. 7. Si nous enlevons maintenant la partie supérieure et que nous regardons d'en haut la partie inférieure, nous voyons à peu près ce que représente la fig. 8. Dans cette figure une moitié du bateau est tracée en trait gras, et l'autre moitié en pointillé parce que, comme nous l'avons déjà expliqué, l'architecte naval ne trace que la moitié du bateau dans la vue en plan.

Si nous regardons maintenant la vue en plan de la planche II, nous voyons que les lignes courbes qu'elle renferme ne sont en fait que les lignes de flottaison de la vue de profil, tracées comme si l'architecte naval avait scié le bateau en suivant successivement toutes les lignes de flottaison et dessiné ensuite les lignes courbes que chaque pièce aurait montré exactement comme dans les fig. 7 et 8 si elles étaient vues d'en haut. Nous avons maintenant trois séries différentes de lignes dans les trois vues: le contour externe du bateau vu de côté dans le plan de profil et d'en haut dans la vue en plan; les sections qui apparaissent sous forme de lignes verticales dans le profil et la vue en plan, et de lignes courbes dans la vue en coupe; et enfin les lignes d'eau qui apparaissent sous forme de lignes droites dans le profil et la vue en coupe, et de lignes courbes dans la vue en plan. Cela suffit pour montrer la forme de la coque, mais afin de pouvoir tracer en grandeur avec plus de précision les différentes lignes courbes par l'appoint d'un plus grand nombre de repères, l'architecte naval a ajouté deux autres types de lignes.

Si l'on regarde la vue en plan de la planche II, on voit trois lignes droites parallèles à la ligne centrale et marquées respectivement I, II et III. Si nous reprenons notre maquette et traçons une de ces lignes droites le long du pont et parallèlement à la ligne centrale, et que nous scions pour scinder la maquette en deux morceaux, nous obtenons quelque chose d'analogue au plan de la fig. 9. Maintenant si nous enlevons la pièce extérieure représentée en pointillé dans la figure 9 et que nous regardons le reste de côté, nous voyons une ligne courbe montrant le trait extérieur de la scie et apparaissant à peu de chose près comme la ligne en trait gras des fig. 10 et 11. Si l'on se reporte à nouveau à la planche II, on voit que la ligne marquée II dans la vue de profil possède cette forme, et que les lignes II et III sont analogues, chacune d'elles étant tracée à une distance de la ligne centrale.

Si l'on tourne la maquette pour la voir de l'arrière, on voit le trait de scie sous forme de ligne droite comme dans la fig. 12 et ainsi ces lignes sont représentées dans la vue en coupe sous forme de lignes droites perpendiculaires à la ligne de base. Ces lignes sont appelées arcasses et apparaissent sous forme de lignes droites dans les vues en plan et en coupe, et de lignes courbes dans la vue de profil.

Une autre série de lignes appelées diagonales sont tracées diagonalement par rapport à la ligne centrale dans la vue en coupe (voir fig. 13 et planche III). Les mesures faites à partir de la ligne centrale le long de ces lignes jusqu'aux diverses sections sont reportées en face de la vue en plan et des courbes passant par les points ainsi marqués (voir planche III).

Toutes ces lignes servent à donner une image complète du bateau que l'architecte naval veut voir reproduit par le constructeur. Pour aider celui-ci à tracer le bateau en grandeur, toutes les mesures nécessaires au tracé des différentes lignes sont réunies dans une table appelée table des cotes.

Dans la planche II, les sections sont tracées au-dessus du profil. Dans un grand nombre de plans, les sections sont tracées en haut de la vue de profil en utilisant comme ligne centrale la ligne de la section médiane N° 5. Nous avons montré dans la planche II les sections au-dessus du profil pour faciliter la lecture et la compréhension des explications. Mais il faut s'accoutumer à lire un plan dans lequel les sections sont tracées sur la vue de profil, et la planche III donne un exemple d'une série de lignes tracées de cette façon.

1.2.3 Profil et plan de construction

Le plan que l'architecte naval entreprend ensuite est celui du profil et plan de construction. Ce plan montre les nombreux éléments qui entrent dans la construction de la coque, ainsi que des indications sur l'emplacement de pièces telles que le moteur, les treuils, la prise de force, etc.

Le plan du haut de la planche V montre le bateau tel qu'on le verrait s'il était coupé en deux par un trait de scie vertical par le milieu du pont. On y voit clairement la construction de la quille, de l'étrave et de l'étambot avec des indications sur la position des boulons qui assemblent les différentes pièces. On y voit également les membrures développées de la quille à la partie inférieure du pont, avec indication de leur espacement. On voit, dessinées en travers d'elles, les différentes pièces de renfort longitudinal: carlingues, serres de bouchain, bauquières, etc. Ce plan montre également la position du moteur et des carlingues en bois sur lesquelles il est fixé, ainsi que l'emplacement et les détails de construction de la cale à poisson et de ses écoutilles. On voit enfin dans ce plan les détails de construction du deckhouse et éventuellement du gouvernail et de la timonnerie.

Au-dessous de cette vue de profil se trouve une vue en plan. Celle-ci est représentée en deux moitiés qui diffèrent l'une de l'autre par la position d'où elles sont vues. Si l'on imagine que la construction en est arrivée au point où la quille, l'étrave, l'étambot, les membrures et le bordé sont terminés mais où les barrots de pont n'ont pas encore été posés, un observateur regardant le bateau d'en haut verrait ce que représente la moitié supérieure de la vue en plan de la planche V. A noter que les membrures, planchers, serres de bouchain, bauquière, carlingues de moteur et cloisons sont tous clairement représentés.

Si l'on imagine maintenant les travaux parvenus au point où tous les barrots de pont et les hiloires d'écoutille sont terminés mais où les virures de pont ne sont pas encore posées, on verrait ce que représente la partie inférieure, ou moitié B, de la planche V. Ce plan donne l'emplacement et l'espacement des barrots de pont et des écoutilles, ainsi que les fondations en bois sur lesquelles seront boulonnés le treuil, le mât et autres équipements de pont.

1.2.4 Sections de construction

Ce plan est très important pour le constructeur, car il donne les dimensions d'un grand nombre de pièces de bois ainsi que d'autres éléments nécessaires au constructeur. Les planches VI et VII montrent les sections de construction. L'architecte naval y a tracé différentes vues du bateau comme si celui-ci avait été scié en sections comme exposé dans la discussion de la vue en coupe de la planche II. II y a normalement une section au milieu du bateau appelée "coupe au maître" sur laquelle sont portées toutes les dimensions principales. En outre, l'architecte naval trace des coupes aux endroits où il désire montrer certains détails spéciaux qui ne sont pas visibles sur la coupe au maître. Par exemple une section montre le moteur, ses carlingues de bois, l'emplacement de la tuyauterie d'échappement, peut-être aussi l'emplacement des réservoirs de carburant, etc. L'architecte naval peut aussi tracer une coupe de la cale à poisson montrant les détails de revêtement, d'isolation thermique, d'écoutille, etc.

A noter là aussi que chaque section ne représente qu'un côté du bateau, et que le plan précise si la vue est celle qu'aurait un observateur regardant vers l'arrière ou vers l'avant.

Outre les plans déjà mentionnés, l'architecte naval peut également en fournir d'autres pour montrer certains détails de construction comme ceux du deckhouse, d'assemblage de menuiserie comme la construction d'une baie vitrée, etc., d'agencement de la chambre du moteur; également un schéma de plomberie montrant l'agencement des canalisations, un schéma de connections pour l'installation électrique, etc.

1.3 Conclusions

Le constructeur en possession du jeu de plans décrits plus haut a tous les renseignements essentiels lui permettant de construire le bateau exactement comme l'architecte l'a dessiné. Il est évidemment impossible de reproduire dans les plans jusqu'au plus petit détail, et c'est là que l'on a besoin de l'habileté et de l'expérience du constructeur pour traduire les plans en bateau fini. Nous examinerons dans la suite de ce texte les techniques nécessaires pour y parvenir.

2. TRACÉ EN SALLE DES LIGNES EN GRANDEUR

2.1 Introduction

Le premier travail du chantier consiste à reproduire en grandeur les lignes des plans, comme exposé dans la section 1.2.2.

Le temps passé au tracé minutieux des lignes en salle peut paraître à première vue inutilement long, mais en fait, il est largement compensé par celui qui serait perdu à retoucher les membrures à la main et à ajuster les joints défectueux comme ce serait le cas si le tracé en salle n'avait pas été exécuté correctement.

2.2 Plancher de la salle des gabarits

Le tracé en grandeur des lignes d'un bateau exige tout d'abord un plancher de bois aussi uni que possible, sans bosses ni creux. L'espace minimum requis doit dépasser de six pieds (1,80 m) au moins la longueur du bateau, et dans l'autre sens, de six pieds également la distance de la ligne de base au point le plus élevé de la tonture.

Si l'on ne dispose pas de la longueur suffisante pour tracer toutes les lignes, on peut effectuer ce travail en deux parties. Dans ce cas, la longueur nécessaire est égale à la moitié de la longueur du bateau plus l'espacement de deux sections, plus 4 pieds (1,20 m). Pour un bateau de 60 pieds avec des sections espacées de 5 pieds, la longueur requise serait de 30 + 10 + 4 = 44 pieds.

Les espaces supplémentaires à chaque extrémité de l'aire de traçage sont nécessaires pour permettre aux règles souples utilisées pour les lignes courbes de dépasser le tracé pour assurer la continuité de ces courbes.

2.3 Règles souples

Les règles souples pour le tracé des courbes doivent être faites en bois à long grain rectiligne de façon à pouvoir être ployées aisément sans se casser. Les dimensions des règles requises sont les suivantes:

- pour la ligne de tonture et autres courbes de grand rayon, une règle de 1,5 pouce x 1,5 pouce de section ou de 2 x 3/8° de pouce;

- pour les lignes d'eau dans la vue en plan:

  1 règle de 1 x 3/8° de pouce,
  1 règle de 3/4 x 3/4 de pouce;

- pour les sections:

  1 règle de 3/8° de pouce.

2.4 Le quadrillage

Le premier travail consiste à tracer la ligne de base, les lignes verticales des sections, et les lignes d'eau horizontales; ces lignes constituent les références à partir desquelles toutes les mesures sont prises. Leur ensemble est appelé quadrillage et il est important de tracer les perpendiculaires avec précision et de respecter les dimensions car l'exactitude de toutes les mesures ultérieures en dépend.

La première ligne à tracer est la ligne de base. Tendre à deux ou trois pieds du bord une ficelle de 1/2 pouce de section au-dessus du plancher et sur toute la longueur. La ligne droite ainsi obtenue est transférée au plancher en portant sur ce dernier des marques à intervalles réguliers juste au-dessous de la ficelle et en réunissant ces points avec une règle droite.

A une distance d'environ quatre à cinq pieds de l'extrémité gauche du plancher, tracer une ligne perpendiculaire à la ligne de base. Elle sera la perpendiculaire arrière (P.Ar.) de la vue de profil.

Le tracé de perpendiculaires de cette dimension ne peut être exécuté commodément et avec précision à l'aide d'une équerre, et on l'effectue généralement avec un compas à trusquin. On prépare une règle de bois d'une longueur approximativement égale aux trois quarts de la perpendiculaire la plus longue. Près d'une extrémité on enfonce un clou en faisant dépasser la pointe d'environ un pouce (25 mm). On perce des trous de la mi-longueur à l'extrémité opposée au clou pour y coincer solidement un crayon.

Avec le crayon enfoncé dans le trou du milieu, et la pointe du clou sur la ligne de base par laquelle la perpendiculaire doit être tracée (A dans la fig. 14), tracer deux petits arcs de cercle coupant la ligne de base de part et d'autre de A et des distances égales B et B^1. Placer le crayon dans le dernier trou du trusquin et la pointe du clou sur B et B^1 successivement. A partir de ces points, tracer deux arcs de cercle au-dessus de la ligne de base. Par le point d'intersection C7, tracer une droite coupant la ligne de base en A. CA est la perpendiculaire cherchée. Une fois la perpendiculaire arrière tracée sur le plancher, marquer le long de la ligne de base la distance de la première ligne de section. (On trouve cette distance sur le plan des formes.) Tracer une autre perpendiculaire à ce point et répéter ce processus pour chaque ligne de section en appliquant l'espacement indiqué sur le plan.

Mesurer ensuite la distance de la dernière section à la perpendiculaire avant (P.Av.) et tracer également cette perpendiculaire. Repérer ensuite l'espacement des lignes d'eau dans la vue de profil, le reporter sur les P.Ar. et P.Av. et plusieurs lignes de section et tracer les lignes d'eau en réunissant ces points avec une règle droite. Si le travail a été exécuté correctement, toutes ces lignes d'eau doivent être parallèles à la ligne de base.

Pour compléter le quadrillage, on cloue généralement une règle souple le long du bord inférieur de la ligne de base de façon à pouvoir y appuyer l'extrémité du mètre lorsqu'on prend des mesures.

A noter que, pour économiser de la place sur le plancher, les lignes ne sont pas tracées comme indiqué sur le plan de l'architecte naval. Le plan de demi-coupe transversale est superposé au plan de profil de façon que la ligne de base de ce dernier devient la ligne centrale du premier. La ligne de la coupe au maître de la vue de profil devient la ligne centrale de la vue en coupe et les sections sont tracées de part et d'autre de cette ligne.

2.5 Table des cotes

Comme déjà indiqué, toutes les dimensions nécessaires au tracé en salle sont renfermées dans la table des cotes. Cette dernière est divisée en trois parties séparées par des traits gras (voir planche VIII). La ligne supérieure de la table porte les numéros de toutes les sections formant autant de têtes de colonne renfermant les mesures relatives à la section intéressée.

Sur le côté de la table et au-dessus du trait gras séparant les deux premières parties, on lit "Hauteurs à partir de la ligne de base". Cela signifie que toutes les mesures de cette partie sont prises verticalement à partir de la ligne de base. La table est divisée en lignes horizontales; en face de chacune d'elles on lit le nom de la partie du bateau que ces mesures concernent.

Par exemple si l'on désire tracer la ligne représentant la tonture, on repère le mot "tonture" devant l'une des lignes horizontales de la partie de la table intitulée "Hauteurs à partir de la ligne de base". Suivre la ligne devant ce titre. Dans chaque colonne on trouve une dimension à mesurer le long de la ligne de section dont le numéro est mentionné en haut de la colonne. La deuxième partie de la table est intitulée "Demi-largeurs". On trouve ici les mesures de largeur, et comme seule la moitié du bateau est représentée, les mesures indiquées sont des demi-largeurs. En lisant la table, on voit que les lignes d'eau, la tonture, la partie supérieure du pavois, etc., comportent chacune une ligne de chiffres en face d'elles, tandis que les colonnes des différentes sections permettent de choisir la section pour laquelle on veut prendre une mesure.

La troisième partie de la table est intitulée "Diagonales" et les dimensions qu'elle renferme se rapportent aux mesures prises le long des diagonales tracées dans le plan de coupes (voir fig. 13).

Une fois en possession de la table des cotes et du plan des formes, on peut commencer le tracé en grandeur.

Un mot d'avertissement: il ne faut **jamais** mesurer à partir des bleus de dessin car ces papiers rétrécissent souvent après l'impression et les mesures seraient fausses. Il faut toujours prendre les dimensions d'après la table des cotes ou le plan établi par l'architecte.

2.6 Profil

Les premières lignes à tracer sont celles du profil de la tonture, de la quille, de l'étrave et de l'étambot. Les dimensions sont mesurées verticalement à partir de la ligne de base, c'est-à-dire en utilisant la partie supérieure de la table des cotes.

Tout d'abord la tonture. On marque sur chaque ligne de section les dimensions relevées sur la table des cotes et l'on plante une pointe à chaque point. On courbe ensuite la règle souple de tonture de façon que son bord touche chaque pointe, puis on enfonce des clous sur l'autre côté de la règle pour la maintenir en place. Les deux extrémités de la règle doivent dépasser les derniers points marqués pour donner une courbe continue, et il faut regarder la règle de chaque extrémité pour s'assurer que sa courbe est continue, sans bosses ni creux. Si l'on constate une irrégularité à un point, il faut retirer le clou pour permettre à la règle de faire une courbe continue. On suit le même processus pour tous les points, et lorsque l'on a obtenu une courbe continue aussi voisine que possible des points marqués, on trace la ligne sur le plancher. On utilise la même méthode pour toutes les courbes à tracer durant le travail en salle des gabarits.

On trace ensuite la ligne représentant le contour inférieur de la quille en prenant les mesures sur la table des cotes. Voyons maintenant le profil de l'étrave et de l'étambot. On repère sur le plan des lignes les mesures marquées de la P.Av. à l'extrémité avant de l'étrave en suivant les lignes d'eau. On les reporte sur les lignes d'eau reproduites sur le plancher et l'on trace l'étrave en raccordant la courbe ainsi obtenue avec la ligne de quille à l'aide d'une règle très souple. On procède de même pour l'étambot, après quoi on trace la ligne de rablure sur la quille, l'étrave et l'étambot. Le tracé du profil est alors terminé.

2.7 Ligne du pont en plan

Le travail suivant consiste à tracer cette ligne, et pour économiser de la place, on la trace sur le profil. Dans ce cas, la ligne de base du profil devient la ligne centrale de la vue en plan à partir de laquelle sont mesurées les demi-largeurs le long des lignes de section. Pour éviter toute confusion et faciliter la lecture des différentes lignes, il est bon d'utiliser pour chaque vue des couleurs différentes.

On trouve dans la partie centrale de la table des cotes les demi-largeurs de la ligne de pont à chaque section. Elles sont mesurées le long des lignes de section et tracées de la façon habituelle au moyen de la règle souple. Il faut toutefois repérer tout d'abord les points d'extrémité de la ligne de pont à l'étrave et à l'étambot pour pouvoir obtenir l'ensemble de la courbe.

Examinons maintenant la tonture dont le profil a déjà été tracé. Le point où cette ligne rencontre la ligne de rablure de l'étrave est le même que celui où la ligne de pont rencontre l'étrave en plan. Il faut donc mesurer la distance de la perpendiculaire avant (P.Av.) au point d'intersection de la tonture et de la rablure dans le profil et prendre les mêmes mesures le long de la ligne centrale pour trouver l'extrémité de la ligne de pont dans le tracé en plan. Toutefois, dans la vue en plan, la ligne de pont ne va pas jusqu'à la ligne centrale mais s'arrête à côté de l'étrave en sorte que le point cherché n'est pas sur la ligne centrale mais à une distance de celle-ci égale à la demi-largeur de l'étrave (voir fig. 13).

On applique la même méthode pour l'étambot, à cette différence près que dans un bateau à arrière à tableau, on trouve la demi-largeur du tableau dans la table des cotes, et l'on se sert de cette dimension pour trouver l'emplacement du point marquant l'extrémité de la ligne de pont.

2.8 Sections

Le travail suivant consiste à tracer les sections, mais avant de le commencer il faut préparer des baguettes de mesure. Comme les dimensions d'une ligne doivent coïncider exactement d'une vue à l'autre, il est nécessaire de transférer fréquemment les mesures d'une vue à l'autre. On peut avoir recours dans ce cas à un mètre, mais le risque d'erreur est très grand. On prépare à la place deux règles droites de mesure en bois lisse, l'une pour mesurer les hauteurs au-dessus de la ligne de base et qui doit être un peu plus longue que la plus grande hauteur sur la vue de profil, et l'autre pour mesurer les demi-largeurs et qui doit être un peu plus longue que la plus grande demi-largeur sur la vue en plan.

On place successivement la règle des hauteurs sur chaque ligne de section de la vue de profil, en appuyant une extrémité contre la règle souple marquant la ligne de base, et l'on marque les hauteurs du bas de la quille, de la rablure et de la tonture. On exécute ensuite le même travail avec la seconde règle pour les demi-largeurs sur la vue en plan.

On est maintenant prêt à commencer le tracé des sections. On utilise à cet effet comme ligne centrale la section médiane (coupe au maître ou section N° 5) de la vue de profil pour reproduire exactement les sections des planches III et IV. On mesure d'abord les demi-largeurs de la quille et de l'étrave et on les trace à droite de la ligne centrale. On trace de même à gauche de cette ligne la demi-largeur de la quille et de l'étambot. Maintenant pour tracer une section, il faut d'abord marquer la position de l'intersection de la section et de la ligne de pont ainsi que le point où la ligne de section rencontre la demi-largeur de la quille (c'est-à-dire la rablure). On se sert pour cela des règles de mesure. On place d'abord la règle des hauteurs de long de la demi-largeur de la ligne de quille, et l'on marque les hauteurs du bas de la quille et de la rablure pour la section à tracer. On marque ensuite sur le plancher la hauteur de la tonture à une demi-largeur environ de cette section. On place ensuite la règle de mesure des demi-largeurs parallèlement à cette hauteur avec une extrémité contre la ligne centrale, et l'on marque la demi-largeur de la tonture pour cette section.

Reportons-nous maintenant à la partie de la table des cotes concernant les demi-largeurs. Supposons que nous tracions la section 5. Dans la colonne portant le N° 5 on voit devant la ligne une dimension pour chacune des six lignes d'eau. On mesure ces dimensions dans la vue en coupe le long de chacune des lignes d'eau numérotées tracées sur le quadrillage en partant de la ligne centrale.

Marquons chacun de ces points pour la section 5 et nous voyons la courbe, délimitée par la ligne de points, que doit avoir cette section. Toutefois, si nous appliquons une règle souple le long de ces points, nous constatons que certains de ces points sont très éloignés les uns des autres, et comme dans les lignes d'eau inférieures, l'angle formé par la ligne d'eau et la section est très aigu, il est difficile de déterminer avec précision l'emplacement du point (voir fig. 15). C'est pour cette raison que l'architecte naval fournit les dimensions des arcasses et des diagonales de façon à faciliter le tracé des sections en donnant un plus grand nombre de points.

Pour utiliser ces dimensions, il faut d'abord tracer les lignes de référence. Nous avons expliqué dans la section sur la lecture des plans que les lignes d'arcasse que l'on voit dans le plan en coupe sont des droites perpendiculaires à la ligne de base. Si l'on se reporte au plan des formes de la planche II, on voit la position de ces lignes d'arcasse ainsi que leur distance de la ligne centrale de la vue en coupe. Tracer ces lignes sur le plancher de part et d'autre de la ligne centrale de la vue en coupe avec l'espacement indiqué dans la planche II. Tracer de même les diagonales représentées dans la vue en coupe, avec l'espacement indiqué. On voit dans la partie de la table des cotes intitulée "Hauteurs au-dessus de la ligne de base" les dimensions pour chaque ligne d'arcasse. Se rappeler que les mesures de cette partie de la table doivent être prises verticalement de la ligne de base; mesurons, de la ligne de base à chacune des lignes verticales que l'on vient de tracer, la dimension donnée pour la section 5. Cela nous donnera trois points supplémentaires sur la courbe de la section. On trouvera dans la troisième partie de la table des cotes, intitulée "Diagonales", les dimensions des diagonales pour chaque section. Ces dimensions doivent être mesurées le long des diagonales à partir du point d'intersection de la diagonale avec la ligne centrale. On plante alors des clous à tous ces points et l'on y fait passer la règle souple comme pour le tracé de la tonture. On fait également disparaître comme déjà indiqué les irrégularités éventuelles, bosses ou creux et l'on trace la ligne de section.

On répète le même processus pour toutes les sections ainsi que pour le tableau arrière.

2.9 Lignes d'eau

Les sections une fois tracées, c'est maintenant le tour des lignes d'eau dans la vue en plan afin de s'assurer que les courbes continues obtenues dans la vue en coupe donneront effectivement des lignes d'eau à courbes continues dans la vue en plan. Certains constructeurs se contentent de tracer la vue en coupe, en estimant que les lignes d'eau, et par suite le bordé de la coque, qui doivent suivre les mêmes courbes, peuvent être corrigées en ajustant les membrures après leur mise en place. C'est un travail extrêmement long, et le temps passé à corriger les lignes sur le plancher de la salle des gabarits sera largement compensé par l'économie de temps que l'on peut réaliser en abrégeant le travail d'ajustage à la main des membrures après leur mise en place.

Il faut transférer sur la vue en plan les dimensions données par les courbes des sections, et la meilleure façon consiste à exécuter ce travail à l'aide des règles de mesure.

Examinons tout d'abord la ligne d'eau 1. Plaçons la règle de mesure des demi-largeurs le long de la ligne d'eau 1 à droite de la ligne centrale dans la vue en coupe avec une extrémité de la règle sur la ligne centrale. Marquons sur la règle les distances de la ligne centrale aux points auxquels chaque ligne de section coupe la ligne d'eau. Retournons la règle et procédons de même pour les distances à gauche de la ligne centrale. A noter que cette ligne d'eau ne coupe pas toutes les lignes de section à cause de sa position en bas de la coque où la largeur est très inférieure à celle que l'on observe plus haut. Ces dimensions sont ensuite transférées aux sections dans la vue en plan, exactement comme indiqué pour la ligne de pont en plan. Pour

trouver les extrémités de la ligne d'eau, se reporter à la ligne d'eau 1 dans la vue de profil. Le point où elle coupe la ligne de rablure à l'étrave est celui de l'extrémité de la ligne d'eau dans la vue en plan. Il faut donc mesurer la distance de la P.Av. à l'intersection de la ligne d'eau 1 avec la rablure dans la vue de profil, et mesurer ensuite la même distance le long de la ligne centrale dans la vue en plan. Marquons ce point, puis, avec une équerre, traçons une ligne perpendiculaire à la ligne centrale sur une longueur égale à la demi-largeur de la quille. Ce point marque l'extrémité de la ligne d'eau à l'endroit qu'elle doit couper (voir fig. 16). On répète le même processus à l'extrémité arrière et l'on peut alors ajuster la règle souple sur la ligne de clous pour donner la courbe. Si la règle fait une courbe continue quand on la regarde de l'une ou l'autre de ses extrémités, tout va bien et l'on peut passer à la ligne d'eau suivante. Mais si la courbe fait des bosses ou des creux, il faut alors retirer les clous pour la rendre continue. Se rappeler toutefois que tout changement apporté à une ligne d'eau entraîne également la modification des lignes de section pour que les dimensions soient exactement les mêmes dans les deux vues. Par conséquent, les corrections apportées au cours du tracé des lignes d'eau suivantes consistent à modifier les deux séries de lignes de façon à obtenir des courbes identiques à celles du plan des formes et qui correspondent exactement les unes aux autres. Mais, demanderez-vous, si l'architecte naval a dessiné son plan avec soin, comment peut-il y avoir des différences qui nécessitent des corrections? Tout simplement parce que l'architecte a exécuté ses plans à échelle réduite il est difficile de relever à 1/8° de pouce près, de sorte que, dans le tracé en grandeur, apparaîtront de petites différences qui se traduiront par des bosses ou des creux que le constructeur doit corriger s'il ne veut pas perdre du temps par la suite à rectifier les membrures à la main.

Il convient à ce stade de se rappeler deux autres choses. Dans un grand nombre de plans l'étambot est plus épais que la quille au droit du tube d'étambot et de l'arbre d'hélice, de sorte qu'en traçant la ligne d'eau qui aboutit à ce point, il faut avoir soin de prendre à cet endroit la demi-largeur de la rablure, et non celle de la quille (voir fig. 16). Si le bateau à tracer est à tableau, il faut tracer en conséquences les extrémités des lignes d'eau aboutissant dans ce secteur.

Examinons la ligne d'eau 5 dans la vue de profil de la planche II. Comme on peut le voir, cette ligne d'eau finit sur le tableau arrière. On prend la distance de l'extrémité de la ligne d'eau à la perpendiculaire arrière comme pour les autres lignes d'eau, mais pour marquer l'extrémité de la ligne d'eau 5 il faut prendre la demi-largeur du tableau et non plus celle de la quille ou de l'étambot (voir fig. 16).

2.10 Arcasses

Il reste encore une série de lignes à tracer. Il s'agit des lignes courbes d'arcasse que l'on peut voir dans la vue de profil de la planche II. On se sert là aussi d'une règle de mesure (ici celle des hauteurs) pour transférer de la vue en coupe à la vue de profil les dimensions des arcasses. Dans la vue en coupe, posons la règle le long de l'une des lignes d'arcasse à droite de la ligne centrale. Marquons ensuite les points où les différentes sections coupent la ligne d'arcasse. Transférons la règle sur la ligne d'arcasse portant le même numéro sur le côté gauche et marquons pour les autres sections. Revenons à la vue de profil et marquons ces hauteurs

d'arcasse sur chaque ligne de section. Repérons maintenant les extrémités de la ligne d'arcasse pour pouvoir tracer toute la courbe. Nous avons expliqué plus haut dans le chapitre relatif à la lecture des plans que les lignes d'arcasse vues en plan sont des droites parallèles à la ligne centrale (voir fig. 9 de la planche II). Le point où l'arcasse coupe la ligne de pont en plan donne la dimension dont on se sert pour localiser l'extrémité dans la vue de profil (voir fig. 17). Pour déterminer l'extrémité avant de l'arcasse, mesurer la distance de la P.Av. au point où l'arcasse coupe la ligne de pont dans la vue en plan. Mesurer la même distance de la perpendiculaire avant à la tonture dans la vue de profil (voir fig. 17,A). On obtient ainsi le point où l'arcasse touche la tonture.

On peut trouver dans la vue en plan d'autres points sur les lignes d'arcasse, déterminés par l'intersection de ces lignes avec les lignes d'eau (voir fig. 17,B). En traçant, à partir de ces intersections, des lignes verticales coupant les lignes d'eau correspondantes dans la vue de profil, on obtient des points supplémentaires dans cette dernière vue sur les lignes d'arcasse. Après avoir planté des clous à tous ces points et y avoir fait passer une règle souple, on voit si la courbe obtenue est continue, sans bosses, ni creux. Dans le cas contraire, les corrections apportées doivent être répétées sur les lignes d'eau en plan et sur les sections de façon que toutes les courbes soient continues et exemptes d'irrégularités.

Si toutes ces courbes ont été convenablement corrigées, il n'est généralement pas nécessaire de rectifier les diagonales dans la construction de sorte que l'on ne trace pas ces lignes sur le plancher.

2.11 Projection du tableau arrière

Il reste encore une chose à faire pour terminer le tracé en grandeur des lignes du bateau. Il s'agit de la projection du tableau si elle n'a pas été faite par l'architecte naval. La ligne marquée T dans la planche II est en fait la forme d'une section verticale à la hauteur du tableau. Si ce dernier est vertical, la ligne T reproduit sa forme correcte. Mais s'il forme un angle avec la verticale cette forme ne sera évidemment pas correcte à cause de l'inclinaison du tableau.

On peut tracer la forme correcte sur le côté arrière du tableau dans la vue de profil, si la place est suffisante. Dans la négative, on peut la tracer à n'importe quel emplacement commode, à condition que l'angle formé par le tableau avec la verticale soit reproduit correctement et que l'espacement de la ligne d'eau soit bien calculé.

Si le développement est tracé derrière le tableau dans la vue de profil, on trace la ligne centrale du tableau parallèlement à la ligne du tableau dans cette vue à une distance quelconque dictée par la commodité ainsi que les intersections des lignes d'eau et de la tonture avec la ligne du tableau afin de couper cette ligne centrale à angle droit. On trace de même les intersections de la rablure et des arcasses ce qui donne un quadrillage d'où sont prises les mesures pour déterminer les points sur la courbe du tableau (voir fig 18).

Lorsqu'il s'agit d'un tableau plat, l'espacement des lignes d'arcasse est exactement le même que celui de la vue en coupe, et les lignes sont tracées parallèlement à la ligne centrale du tableau comme dans la fig. 18.

On trace maintenant à partir de la ligne de base, des perpendiculaires qui rejoignent le tableau à l'intersection de la tonture et des lignes d'eau dans la vue de profil. Ces perpendiculaires coupent la ligne de pont et les lignes d'eau dans la vue en plan (voir fig 19). Les distances de la ligne centrale à ces intersections (a,b,c,d, dans la fig. 19) sont ensuite transférées sur le quadrillage du tableau en projection. On se sert alors de ces points ainsi que des intersections des verticales et des lignes d'arcasse en projection pour tracer le contour du tableau au moyen d'une règle souple comme pour le tracé des lignes verticales.

2.12 Conclusion

L'essentiel du travail de tracé en grandeur est maintenant terminé, mais il convient de faire plusieurs observations sur le tracé en salle. Lorsque l'on effile des lignes, ne pas oublier qu'un point déterminé par deux lignes se coupant à angle droit, ou presque à angle droit est beaucoup plus précis qu'avec les lignes qui se coupent à angle aigu car dans ce dernier cas, il est difficile de voir le point précis d'intersection (voir fig. 15). Lorsque l'on a le choix, il faut donc toujours préférer les intersections à angle droit.

Dans la construction d'un bateau à membrures sciées, il y a beaucoup plus de membrures sciées que de sections indiquées dans le plan des formes. Pour obtenir le profil de ces membrures, il faut tracer des sections supplémentaires à l'emplacement de chacune d'elles. L'espacement de celles-ci le long de la quille est donné soit dans la vue en plan, soit dans le profil de construction, et à chacun de ces points des perpendiculaires sont tracées sur la ligne de base. On se sert de la règle de mesure des verticales pour marquer les hauteurs de la tonture, de la rablure et des arcasses sur la vue de profil, et la règle de mesure des demi-largeurs pour mesurer les demi-largeurs de la ligne de pont, des lignes d'eau et de la rablure dans la vue en plan. On trace alors sur la vue en coupe ces nouvelles sections exactement comme pour les autres sections. Si le tracé en grandeur a été correctement exécuté, les courbes de chaque section doivent être continues et il ne devrait pas être nécessaire de les rectifier.

Comme nous l'avons déjà dit, le grand nombre de lignes que comportent les différentes vues superposées déroutent celui qui n'est pas habitué au travail de tracé en salle, en sorte qu'il est bon d'exécuter chaque série de lignes avec une couleur différente; par exemple une couleur pour la vue de profil, une autre pour les sections et encore une autre pour la vue en plan permettraient de distinguer plus facilement les différentes vues et d'éviter les erreurs provoquées par le choix d'une mauvaise ligne. Si le tracé en salle doit servir à la construction de plusieurs bateaux, il est recommandé de parer au risque d'effacement en les gravant sur le plancher au moyen d'un poinçon ou d'un clou enfoncé dans un manche en bois.

Le travail de tracé en salle est maintenant terminé. L'opération suivante consiste à tracer les gabarits.

3. CONFECTION DES GABARITS ET CONSTRUCTION DE LA QUILLE DE L'ÉTRAVE ET DE L'ÉTAMBOT

3.1 Introduction

Certains constructeurs ne font des gabarits que pour les membrures et tracent directement la quille, l'étrave et l'étambot sur les diverses pièces de bois en multipliant les mesures du plan par l'échelle indiquée par l'architecte naval. Toutefois si l'on doit construire plusieurs bateaux sur le même plan, il est toujours avantageux de faire le gabarit des diverses pièces qui constituent la quille, l'étrave et l'étambot, car on gagne le temps passé à tracer les pièces une à une et l'on élimine les risques d'erreur qui se traduisent par un assemblage défectueux des joints.

Nous allons donc examiner tout d'abord la fabrication des gabarits de quille, d'étrave et d'étambot.

On trace en premier lieu en salle la forme et la position des diverses pièces de bois qui constituent ces trois éléments. Le contour de la poupe, de la quille et de l'étambot ont déjà été tracés dans la vue de profil. On relève sur le profil de construction les dimensions du contour intérieur de ces pièces ainsi que celles des massifs, et des contre-étraves et on les trace ainsi que les joints entre les différentes pièces.

3.2 Rablure et fond de rablure

C'est maintenant le tour des lignes de rablure. Au cours du tracé en salle, on a déjà dessiné la ligne de rablure extérieure, mais il faut également déterminer le fond de rablure pour pouvoir tailler la rablure avant de dresser l'ensemble quille-étrave-étambot.

Ce fond de rablure est à l'intersection du côté intérieur du bordage avec la quille, l'étrave et l'étambot, de même que la ligne de rablure déjà tracée représente l'intersection du côté extérieur du bordage avec ces mêmes pièces.

Examinons tout d'abord dans la vue en coupe (voir fig. 20) une des lignes de section avec la demi-largeur correspondante de la quille. Comme la ligne de section représente le contour extérieur du bordage, si nous traçons le contour intérieur du bordage en tenant compte de son épaisseur, le point où il entre en contact avec la demi-largeur de la quille sera le fond de rablure. En mesurant la distance entre les lignes intérieure et extérieure de rablure, on peut reporter ce point sur la vue de profil à cette section. On procède de même pour toutes les sections le long de la quille et de l'étambot, et l'on joint tous ces points avec une règle souple pour obtenir la ligne cherchée sur la vue de profil. On détermine la ligne du fond de rablure de l'étrave en se reportant à la vue en plan.

On trace à chaque extrémité des lignes d'eau et à la tonture l'épaisseur du bordage (voir fig. 21). Le point de contact de la face interne du bordage avec la demi-largeur de l'étrave représente le point du fond de rablure à la ligne d'eau considérée. On détermine la distance de ces points à la P.Av. et l'on mesure ensuite les distances le long des différentes lignes d'eau; on réunit les points ainsi obtenus avec une règle souple et l'on trace la ligne de fond de rablure.

3.3 Gabarits de quille, d'étrave et d'étambot

Procédons maintenant à la confection des gabarits.

On peut utiliser à cet effet n'importe quel bois léger et économique qui se travaille aisément; toutefois, le contreplaqué constitue le meilleur matériau en raison de la légèreté, de sa stabilité dimensionnelle et de sa résistance à la rupture. La qualité la plus économique de contreplaqué à trois plis de 6 à 9 mm d'épaisseur, selon la taille du gabarit, donne d'excellents résultats. Les grands gabarits constitués de plusieurs morceaux sont découpés d'après les lignes du plancher de la salle, et assemblés par des planches de jonction et renforcés par des lattes de bois vissées ou clouées à pointes rabattues.

On peut transférer de diverses façons sur le bois les lignes qui donnent le contour des divers éléments de la quille, de l'étrave et de l'étambot. Lorsque le gabarit à réaliser n'est pas trop grand, il suffit d'enfoncer sur les côtés des clous espacés d'environ 5 cm avec les têtes sur la ligne. On place alors le bois du gabarit sur les clous en frappant le côté supérieur avec un maillet pour graver les têtes de clou sur la face inférieure du bois. On enlève le gabarit et l'on trace le contour en réunissant les marques de têtes de clou avec une règle souple. Une autre méthode consiste à enfoncer des petites pointes dans la ligne tracée sur le plancher et à couper les têtes à environ 10 mm au-dessus du plancher. On pose ensuite le bois du gabarit sur ces clous étêtés et on y trace le contour délimité par eux comme indiqué plus haut. Cette méthode est préférable lorsque le gabarit est grand, car les clous ne risquent pas de bouger lorsqu'on y pose le bois. Une fois les gabarits découpés et rabotés suivant les lignes à reproduire, on les assemble sur le plancher de la salle à tracer pour s'assurer que les joints sont corrects et que leur forme correspond bien au tracé.

Il faut tracer sur les gabarits les lignes intérieures et extérieures de rablure ainsi que l'emplacement des sections et des lignes d'eau, et les transférer sur le bois au moment du marquage.

3.4 Construction de la quille, de l'étrave et de l'étambot

On peut maintenant découper ces pièces, les caler et y percer les trous de boulons conformément aux indication du profil de construction. Les trous de boulon doivent être fraisés à l'extérieur, et une fois les boulons en place et les écrous serrés, on couvre les têtes de boulon au moyen de rampons de bois préalablement trempés dans de la peinture épaisse ou de la céruse. Il est bon d'appliquer une couche de peinture épaisse ou de céruse sur les parties jointives avant assemblage et de passer autour des boulons et sous la rondelle un morceau de coton de calfat ou d'étoupe préalablement trempé dans de la peinture épaisse ou de la céruse.

Il faut maintenant calfater tous les joints qui traversent la rablure au moyen de chevilles rondes en bois tendre de 12 mm de diamètre environ qui gonflent au contact de l'eau et empêchent ainsi les suintements de long des joints et les entrées d'eau dans la cale. Il faut mettre deux chevilles d'étanchéité à chaque joint, l'une juste à l'intérieur de la rablure externe, et l'autre juste à l'intérieur du fond de rablure (voir fig. 21). Ce travail

est beaucoup plus facile à exécuter avant d'ériger l'ensemble quille-étrave-étambot, et permet également de gagner beaucoup de temps. Le profil de la rablure a déjà été tracé à chaque section et aux lignes d'eau à l'étrave (voir fig. 21). On peut maintenant faire à chacun de ces points un gabarit du profil de la rablure en contreplaqué mince (voir fig. 22). En se servant des lignes de rablure externes et internes comme guides, on peut alors pratiquer à chacun de ces points une entaille de 5 cm de large environ correspondant exactement au gabarit considéré. Il est toutefois recommandé de laisser environ 3-4 mm dans le fond de la rablure pour permettre un ajustage final une fois les membrures en place. Lorsque toutes les entailles sont faites, elles servent de guides pour tailler entre elles la rablure qui doit former une ligne continue exempte de bosses et de creux.

3.5 Gabarits de membrures

C'est maintenant au tour des gabarits de membrures. Comme nous l'avons déjà vu, les lignes tracées dans la vue en coupe représentent le contour extérieur du bordé; il faut donc tracer à l'intérieur de celui-ci une seconde ligne à une distance égale à l'épaisseur du bord, ce qui nous donne le contour extérieur de la membrure. On procède de la façon suivante: au moyen d'un compas dont l'écartement des pointes correspond à l'épaisseur du bordé, on trace une série d'arcs-de-cercle à l'intérieur de la ligne de section (voir fig. 21). On fait passer une règle souple tangentiellement à tous ces arcs et l'on trace la courbe. Celle-ci représente le contour extérieur de la membrure. On reporte ce contour sur le contreplaqué de gabarit comme pour l'ensemble quille-étrave-étambot et l'on trace le bord interne de la membrure. On découpe alors le gabarit, on le raidit avec des renforts pour éviter les déformations, et on le replace sur le plancher pour s'assurer que sa forme correspond bien au tracé. Pour faciliter la mise en place ultérieure, il faut y marquer également la position de la tonture et des lignes d'eau.

3.5.1 Chanfreins de membrure

Les chanfreins varient pour chaque membrure et le long de la même membrure selon la forme de la coque. On peut les calculer sur le plancher de la salle à tracer et les marquer sur les gabarits pour en permettre le découpage durant l'assemblage des membrures. La fig. 23 montre comment calculer ces chanfreins. Prendre d'abord un morceau de bois blanc ou de contreplaqué d'une longueur égale à deux intervalles de membrure et d'une trentaine de centimètres de largeur. Tracer une ligne de base au centre de cette planche et trois perpendiculaires sur cette ligne à des distances égales à l'espacement de trois membrures centre à centre. Marquer ensuite la ligne centrale de ces trois perpendiculaires avec le numéro de la membrure dont il faut calculer le chanfrein. Se reporter au tracé de cette membrure sur le plancher de la salle de tracé. Diviser d'abord la membrure par le nombre des points où le chanfrein sera calculé. Ce nombre varie selon la dimension de la membrure, mais pour la taille du bateau envisagé, 8 à 10 points suffisent. Placer un mètre sur une de ces marques, perpendiculairement à la ligne et mesurer la distance de cette ligne de membrure à celles des membrures situées devant et derrière. Ces distances sont marquées a et c dans la fig. 24, où A est la ligne de membrure en avant de la membrure B dont nous mesurons les chanfreins et C la membrure située derrière B. Regardons maintenant si la membrure B se trouve en avant ou en arrière de la coupe au maître. Les membrures situées devant la coupe la plus large sont placées avec leur face

arrière sur la ligne de section, car en raison du rétrécissement de la coque vers l'étrave, le chanfrein doit être taillé à partir de la face avant. Pour les membrures situées derrière la coupe au maître, c'est le contraire et c'est la face avant que l'on place sur la ligne de section. Si la membrure B se trouve en avant du maître bau, on mesure la distance (a) de la ligne de base au point M sur la perpendiculaire A, et la distance (c) de la ligne de base au point N sur la perpendiculaire C. On réunit ensuite les trois points M, N et L par une ligne tracée à l'aide d'une règle souple. Cette ligne peut être ou ne pas être rectiligne. Traçons maintenant une ligne parallèle à B et en avant de celle-ci à une distance égale à l'épaisseur de la membrure. La partie hachurée de la figure représente le bois à enlever pour former le chanfrein au point pour lequel cette ligne a été tracée. Tracer ensuite des lignes analogues aux autres points choisis le long de la membrure. On mesure habituellement la distance et on l'inscrit sur le gabarit au point où les mesures ont été prises. La mesure de ces distances de la face rectangulaire de la membrure permet de tracer avec une règle souple une ligne courbe montrant le degré de chanfrein à tailler le long de la membrure. En ce qui concerne les membrures situées en arrière du maître bau, le processus est le même, sauf que la distance à la membrure située en avant est mesurée vers le bas sur la perpendiculaire et vers le haut pour la membrure située derrière. On trace derrière la ligne centrale la ligne d'épaisseur de la membrure, comme dans la fig. 25.

Il faut préparer pour chaque membrure un morceau de bois pour le calcul des chanfreins et marquer sur les gabarits les chanfreins ainsi obtenus.

3.5.2 Chanfreins de tableau arrière

En raison de l'inclinaison du tableau arrière, le calcul des chanfreins de la membrure de tableau diffère un peu de la méthode exposée plus haut. Dans ce cas, on trace une ligne de base en travers de la planche et une perpendiculaire sur cette ligne près d'une extrémité. On marque sur la section du tableau arrière les points auxquels les chanfreins doivent être tracés, et l'on mesure comme auparavant la distance du tableau à la section adjacente. Mesurer la hauteur de chaque point au-dessus de la ligne de base. Regardons maintenant le tableau dans la vue de profil. Mesurons les hauteurs de la ligne de base qui viennent d'être prises sur la vue en coupe et marquons chacun de ces points sur la ligne de contour du tableau (voir fig. 26). Maintenant, dans la vue de profil, mesurons à chacun de ces points la distance du tableau à la section voisine. Ce travail a été effectué dans la fig. 26 pour les deux points D et E, les distances de la section voisine sont d et e, et les hauteurs à partir de la ligne de base BD et BE respectivement, tandis que DS et ES sont les distances du tableau à la section voisine dans la vue en profil.

Revenons maintenant à notre planche de chanfreins; mesurons les distances DS et ES de la perpendiculaire le long de la ligne de base, et les distances d et e en descendant verticalement. On réunit les deux points ainsi obtenus à l'intersection de la ligne de base et de la perpendiculaire. On trace parallèlement à la perpendiculaire l'épaisseur du bordé et de la membrure du tableau, et l'on détermine comme plus haut les chanfreins correspondants. On prépare pour toutes les membrures les gabarits avec les chanfreins marqués, et l'on est maintenance prêt à commencer la construction des membrures comme exposé dans la section 4.

4. CONSTRUCTION EN MEMBRURES DOUBLES SCIÉES POUR LES COQUES EN FORME ET EN V

4.1 Introduction

Les membrures doubles sciées sont faites de deux épaisseurs de bois reliées par trois clous, droits ou rabattus, ou trois boulons de façon à réaliser l'épaisseur désirée.

L'ancienne méthode consistait à découper directement la membrure en une seule pièce et l'on utilisait à cet effet des planches débitées dans des branches courbes où la ligne du grain suivait la courbure de la membrure. Ces planches courbes sont difficiles à trouver actuellement et l'on utilise dans certains cas des planches rectilignes pour y découper la membrure en une seule pièce. Les membrures ainsi réalisées manquent de solidité car à la courbure, une grande partie du grain du bois est plus ou moins transversal, et la membrure risque de céder à cet endroit si la coque subit un choc important. Si les membrures sont doubles, on peut juxtaposer une épaisseur en droit fil à l'endroit où l'autre épaisseur est à grain transversal, de façon à la renforcer. Ce système présente en outre l'avantage de réduire considérablement les pertes de bois qu'entraîne le découpage de la membrure entière dans une planche droite, car il permet de découper la membrure en plusieurs morceaux qui sont presque de droit fil. A la longue, l'économie de bois ainsi réalisée peut être importante et compenser largement le coût supplémentaire de main-d'oeuvre entraîné par l'assemblage des éléments de membrure. Ces éléments sont appelés "allonges".

4.2 Agencement des allonges et des varangues - Membrures de section rectangulaire

Il existe deux méthodes pour l'agencement des allonges de membrures et des varangues. L'une consiste à découper les deux épaisseurs de bois en éléments de longueurs différentes de facon à faire alterner les joints, et l'autre à découper les éléments de façon identique, en sorte que les joints des deux épaisseurs coïncident. Dans le premier cas, les éléments de varangue sont alternés comme indiqués dans la fig. 27. Si, par exemple, l'élément le plus court de la première varangue est à tribord, celui de la deuxième varangue sera à babord. De la sorte les joints des allonges sont alternés, ceux d'une série d'allonges étant renforcés par les allonges adjacentes. La membrure comporte les allonges de petit fond, les allonges de bouchain et un certain nombre d'allonges supérieures jusqu'au niveau de la ligne de pont. Dans la seconde méthode, la varangue est en une pièce en travers de la quille, et les éléments d'égale longueur sont complétés par une courte allonge de petit fond, une allonge de bouchain, et un certain nombre d'allonges supérieures comme déjà exposé. Ici, la seconde épaisseur d'allonges comporte une allonge de fond reposant contre la quille dans une entaille, et qui va jusqu'au milieu exactement de l'allonge de petit fond ainsi qu'une série d'allonges disposées de telle sorte que les joints tombent au milieu de la série d'allonges disposées sur le côté de la varangue. On le voit clarement dans la fig. 28.

Les deux séries d'allonges sont réunies solidement, et ce, tout particulièrement près des abouts, de façon à réaliser une membrure massive beaucoup plus solide qu'une membrure simple sciée d'une seule pièce et comportant sur une grande partie de sa longueur un fil transversal.

Des deux méthodes décrites, la méthode à éléments de longueurs alternées exige toutefois une courbure assez prononcée dans un bateau doté d'un franc-bord raisonnable, en sorte qu'elle n'est recommandée que pour les navires à fond très plat et à sections pleines. Avec le franc bord qui est de pratique courante dans la plupart des bateaux de pêche modernes, la seconde méthode donne une construction plus robuste.

4.3 Agencement des demi-membrures

Dans le cas de demi-membrure, la varangue ne repose pas directement sur la quille mais sur le massif. Ici la membrure est faite de deux épaisseurs d'allonges à bout décalés, comme indiqué plus haut, mais d'un côté les allonges descendent jusqu'au fond de rablure, tandis que de l'autre, la dernière allonge repose contre une varangue droite qui repose à son tour sur le massif (voir fig. 29). Dans ce cas, les pieds des allonges inférieures sont boulonnés transversalement au travers du massif, comme indiqué dans la figure.

Au fur et à mesure que l'on se rapproche de l'étrave, la courbure devient généralement assez faible pour permettre l'emploi de membrures simples d'une seule pièce sans entraîner une diminution de la solidité. S'il faut des points pour permettre l'emploi de planches rectilignes, on peut assembler deux allonges à recouvrement solidement boulonnées, ou les abouter avec des renforts latéraux.

4.4 Assemblage des membrures

Pour les petits bateaux on fait un gabarit d'une seule pièce pour chaque côté de la membrure. On assemble directement sur le gabarit les allonges et les varangues, on taille les abouts de façon à réaliser un bon joint et l'on assemble les deux épaisseurs d'allonges. On ajoute une traverse pour maintenir les deux têtes de membrure à l'écartement prévu, et l'on enlève la membrure terminée pour marquer et tailler les chanfreins. Avec cette méthode il faut transporter la membrure entière sur la table de la scie à ruban pour le découpage des chanfreins, mais lorsque les membrures dépassent une certaine dimension, ce système devient impraticable. C'est pourquoi, lorsqu'il s'agit d'un gros navire, on ne fait les gabarits que pour des demi-membrures. On assemble les allonges sur ce gabarit de demi-membrure, on y marque les chanfreins et on les découpe. On réunit ensuite les demi-membrures par boulonnage et l'on fixe une traverse d'écartement à la partie supérieure.

Pour placer correctement les éléments de membrure sur le plancher et s'assurer que l'ensemble de la membrure est conforme au tracé de la salle, on effectue l'assemblage soit directement sur le plancher de la salle, soit plus commodément sur une estrade montée à côté du ber de construction. Cette estrade comporte un plancher en bois.

4.5 Membrures pour la construction à fond en V

Les membrures pour la construction de fonds en V sont en partie simplifiées du fait que des allonges peuvent être obtenues de simples planches rectilignes et que des allonges doubles ayant pour but de renforcer les planches à grain transversal ne sont pas nécessaires.

Les allonges des membrures sont réunies au bouchain soit en les coupant en deux et en les joignant par des goussets ou en les mettant bout à bout et en introduisant des goussets des deux côtés des allonges. Dans les constructions massives les goussets sont vissés de part en part, tandis qu'ils sont simplement vissés et collés lorsqu'il s'agit de constructions légères. Lors de la préparation du tracé il faudra bien distribuer les goussets en s'assurant qu'ils disposent de suffisamment d'espace pour permettre des soudures régulières afin que les allonges soient bien reliées entre elles à ce point critique (voir schéma 30).

5. MONTAGE ET DETAILS GENERAUX DE CONSTRUCTION

5.1 Montage

Une fois terminés la quille, l'étrave et l'étambot, ainsi que les membrures, le montage peut commencer.

On marque sur la quille, l'étrave et l'étambot les différentes lignes d'eau relevées sur les gabarits. Ces lignes fournissent de précieux points de repère pour le tracé des lignes de base servant aux mesures à prendre à l'intérieur de la coque au fur et à mesure que la construction progresse. Il faut marquer la position de chaque membrure et tracer à chacune un trait perpendiculaire à la quille. Comme déjà expliqué plus haut, les membrures situées en avant du maître bau doivent être montées avec la face arrière sur la ligne de section, tandis que pour les autres, c'est la face avant que l'on met sur cette ligne. L'architecte naval tient généralement compte de ce décalage dans l'espacement des membrures, mais dans le cas contraire, il faut veiller à tracer correctement cet espacement.

5.1.1 Fondations

Il faut maintenant une fondation adéquate pour dresser l'ensemle quille/étrave/étambot.

Dans le cas d'une quille rectiligne de bateau de pêche, comme celle des plans qui nous intéressent, on peut enfoncer des poteaux dans le sol à intervalles appropriés. On peut également disposer perpendiculairement à une ligne rectiligne représentant la ligne centrale du bateau, de grosses traverses de bois (voir fig. 31). Dans le premier cas, on établit une ligne de base horizontale en tendant près de la base de la rangée de poteaux une corde ou un fil métallique, puis on étête les poteaux à la hauteur voulue pour reproduire l'inclinaison du contour inférieur de la quille exactement comme sur le tracé de la salle. Dans le second cas on tend la ligne de base au-dessus des traverses et l'on met les cales nécessaires pour reproduire le profil de la quille. Il faut disposer les poteaux ou les traverses de façon à

ne pas gêner le forage des trous de boulon de quille et de varangue qui doit être effectué par la suite. On trace sur les membrures la ligne de base, la ligne centrale, les lignes d'eau et les diagonales exactement comme dans la vue en coupe du tracé en salle. Pour assembler une membrure, on reporte sur le pourtour de celle-ci les mesures prises sur le tracé en salle et l'on reporte les diagonales et les lignes d'eau. On fixe à ces points des petits tasseaux de bois sur le plancher et l'on dispose les demi-membrures en place contre ces tasseaux. On détermine la distance de la ligne de base à la base de la varangue; on met celle-ci en place et on la boulonne. On fixe une traverse d'écartement tandis que la membrure est encore en position et l'on peut ensuite transporter l'assemblage de la membrure de l'estrade au ber de construction pour l'ériger comme indiqué dans la section suivante.

5.1.2 Quille/étrave/étambot

On érige cet ensemble sur la fondation et l'on fixe des tasseaux sur les poteaux ou les traverses pour maintenir la quille en place. Lorsqu'il s'agit d'un gros bateau, il n'est pas possible d'assembler préalablement les éléments de quille d'étrave et d'étambot et de les ériger en bloc; on commence par monter la quille seule et à la caler solidement; on y assemble ensuite les éléments d'étrave et d'étambot. On entretoise ensuite l'ensemble pour le tenir en place après avoir vérifié au fil à plomb que l'étrave et l'étambot étaient parfaitement verticaux.

5.1.3 Membrures complètes

On peut maintenant dresser le membrures. On commence généralement par la membrure centrale du maître bau, et l'on continue vers l'avant ou vers l'arrière. Il faut ériger la première membrure avec grand soin pour s'assurer qu'elle est à la fois bien verticale et que son axe transversal est exactement perpendiculaire à l'axe de la quille. Comme la quille est inclinée sur l'horizontale et que la membrure est montée verticalement sur la ligne de base, il est nécessaire de chanfreiner la base de la varangue à son point de contact avec la quille. On calcule ce chanfrein sur le plancher de la salle à tracer et on le découpe avant le dressage de la membrure. On monte alors la membrure en place et l'on suspend un fil à plomb au centre de la traverse d'écartement. Lorsque le plomb tombe exactement sur le milieu de la base de la membrure, celle-ci est bien verticale et peut être entretoisée dans cette position, après s'être assuré toutefois que l'axe transversal de la membrure est bien perpendiculaire à l'axe longitudinal de la quille (voir fig. 32). On peut tendre des cordes à partir de la ligne de tonture de part et d'autre de la membrure jusqu'à un point de la ligne centrale de la quille situé à une distance égale à environ 6 à 8 espacements de membrure. La membrure est bien perpendiculaire à l'axe longitudinal de la quille lorsque les deux distances du point de la quille à la tonture sont exactement égales. Lorsque ce résultat a été obtenu et que le fil à plomb montre que la membrure est verticale, on termine son entretoisage pour la maintenir solidement en place. On peut alors ériger les membrures situées en avant et en arrière de la première en se servant de règles coupées à une longueur égale à l'espacement des membrures, pour les ériger à leurs emplacements prévus. Il est bon de vérifier au fil à plomb et à l'équerre la position de deux ou trois autres membrures pour éviter les erreurs cumulatives dans l'espacement des membrures. Chaque fois qu'une membrure est en place, il faut la maintenir en boulonnant ou en clouant sa varangue sur la quille. Il faut naturellement veiller à ce

que ce clou ou ce boulon de fixation provisoire ne gêne pas la mise en place des boulons qui assureront la fixation définitive de la membrure en traversant la varangue, la carlingue et la quille. Dès que plusieurs membrures complètes sont en place, il faut commencer à les relier par des lattes pour les tenir solidement en place et assurer leur parfait alignement. Si les membrures ont été correctement exécutées, le soin apporté au montage des lattes assure un bon alignement et réduit considérablement le travail d'ajustage des membrures avant la pose du bordé. Lorsque les membrures complètes sont en place, on pose la carlinque et l'on perce les varangues, la carlinque et la quille pour placer les boulons de quille. De même que pour l'assemblage de la quille, de l'étrave et de l'étambot, il faut fraiser ces trous et recouvrir les extrémités avec des tampons de bois. Il est recommandé d'entourer les boulons sous les rondelles avec du coton de calfat ou de l'étoupe trempée dans de la peinture épaisse afin d'éliminer les risques d'entrée d'eau par ces trous de boulon. On monte ensuite le tableau arrière et sa membrure que l'on assujettit après vérification au fil à plomb, et l'on est paré à monter les demi-membrures.

5.1.4 Demi-membrures

A l'étrave et à l'étambot se trouvent plusieurs membrures qui ne chevauchent pas la quille mais dont les pieds sont implantés dans des encoches pratiquées dans le massif de bois. On les appelles demi-membrures, tandis que celles qui chevauchent la quille sont appelées membrures complètes. Pour fixer les pieds de ces demi-membrures, il faut pratiquer des entailles aux points d'implantation.

Pour faciliter la mise en place correcte de ces membrures, on peut monter des pièces courbes appelées lisses, qui donnent le profil de cette partie de la coque à l'intérieur du bordé. Par exemple, on place deux de ces lisses à l'étrave suivant les lignes d'eau appropriées allant de l'étrave à la dernière membrure complète et même au-delà pour assurer une fixation convenable. On entaille l'extrémité de l'étrave pour la rablure (voir fig. 33). La position de chaque membrure est marquée sur les lisses, et en se servant de celles-ci comme guides, il est possible d'ajuster avec précision les demi-membrures dans les encoches. Lorsque les deux demi-membrures sont en place, on perce les quilles jusqu'au massif et l'on monte une traverse d'entretoise sur les têtes de membrure; on termine ensuite la pose des lattes pour maintenir l'alignement des membrures. Dans les bateaux de petit tonnage, on réunit les pieds des deux demi-membrures par une grosse planche droite servant de varangue, et convenablement chanfreinée au point de contact avec l'étrave ou le massif. Une traverse réunissant les deux têtes de membrure donne un ensemble rigide dont on introduit les pieds dans les encoches préparées à cet effet. Dans ce cas on peut se passer des lisses, et l'on vérifie comme d'habitude la verticalité des deux demi-membrures au fil à plomb. Une fois toutes les membrures en place on y fixe des serres pour tenir solidement l'ensemble en place et empêcher les distorsions durant la pose du bordé.

5.1.5 Emboîtement des bouchains pour la construction à fond en V

L'emboîtement des longitudinales aux coins des bouchains constitue une des différences principales entre les constructions à membrures sciées en forme et celles à fond en V. L'emboîtement d'un bouchain avec râblure peut

être difficile s'il n'est pas soigneusement tracé à chaque membrure. Des solutions alternatives pour aussi bien des constructions légères que lourdes, qui sont plus simples à emboîter, sont expliquées dans le schéma 34.

5.2 Détails généraux de construction

Dans les régions tropicales la chaleur engendrée à l'intérieur d'une coque bordée peut être très grande, c'est pourquoi il est recommandé d'effectuer avant la pose du bordé le maximum de travaux prévus à l'intérieur de la coque. On peut exécuter à ce stade non seulement les serres, mais aussi les bauquières, les équerres, les guirlandes, les traverses et carlingues de moteur, les cloisons transversales, et même certains travaux de menuiserie. La seule précaution à prendre dans ce cas est de ne pas gêner la mise en place des guirlandes nécessaires à la pose du bordé ni les contreforts d'about lorsque le bordé est assemblé à plat de cette façon.

5.2.1 Serres et guirlandes

La pose des serres, guirlandes, etc., ne demande guère d'explications car ce sont des travaux faciles. L'assemblage de ces pièces peut être à enture ou à mi-bois (voir fig. 35). Ce dernier est peut-être plus solide car le boulon qui traverse la membrure traverse également les deux extrémités de la serre, tandis que dans l'autre cas, le boulon qui les tient ne traverse pas la membrure. Les guirlandes, doivent être boulonnées sur chaque membrure tandis que pour les serres, il suffit de boulonner une membrure sur deux ou sur trois, et de clouer sur les membrures intermédiaires.

Les bauquières, nécessaires dans les gros navires, sont un peu plus difficiles à poser. Elles sont fixées sur la face interne des serres avec le bord supérieur généralement de niveau avec le sommet de la serre. Il est nécessaire d'exécuter ces pièces en plusieurs éléments assemblés à mi-bois. On peut en relever la forme sur le plancher de la salle à tracer, et il faut avoir soin de chanfreiner la face en contact avec la serre pour qu'elle forme l'angle voulu pour recevoir les barrots de pont une fois en place (voir fig. 36). Les bauquières sont fixées aux serres par des boulons entre les membrures, et parfois par un boulon traversant la tête de chaque membrure. Les extrémités des serres et des bauquières doivent se prolonger à l'avant jusqu'à l'étrave, et à l'arrière jusqu'au tableau et solidement boulonnées à ces deux pièces par des équerres.

5.2.2 Courbes et équerres

On peut monter les courbes à la partie supérieure d'une serre ou d'une bauquière lorsque la pièce inférieure est assez épaisse pour recevoir un assemblage de champ, mais la méthode la plus répandue consiste à les placer entre les extrémités de la serre ou de la bauquière avec des boulons traversant la serre, et si possible, une membrure ainsi que des boulons traversant l'étrave et la courbe. Il faut fraiser le trou de ces boulons et le tamponner comme indiqué plus haut. Des équerres sont boulonnées de la même façon à la serre, à la bauquière et au tableau.

Ces pièces sont importantes, car leur assemblage solide à l'étrave et au tableau arrière assure dans le sens longitudinal une solidité continue sur toute la longueur de la coque.

5.2.3 Barrots de pont

L'opération suivante consiste à exécuter et à monter les barrots de pont. Le gabarit réalisé sur le plancher de la salle des tracés sert à découper les barrots à la courbe voulue; la longueur de ces derniers est calculée de façon à dépasser la serre et à affleurer le bord extérieur de la membrure. Lorsqu'il n'y a pas de bauquière, on entaille le barrot sur la serre et on le fixe à celle-ci avec un boulon traversant la serre de champ. Il faut s'assurer lors de cette opération que le boulon ne traverse pas la serre à la hauteur d'un assemblage à mi-bois et ne gênera pas le boulonnage de la membrure. Lorsqu'il y a une bauquière on peut boulonner le barrot sur celle-ci au lieu de le faire sur la serre. On monte ensuite les traversins de panneaux de pont, après quoi on découpe et l'on monte les demi-barrots entre ces traversins et le plat-bord. Pour empêcher le pont de travailler à ces endroits, ce qui entraînerait un défaut d'étanchéité, on monte à intervalles convenables des tirants entre la serre et le traversin. Ces tirants sont faits avec des barres en acier ou en fer galvanisé filetées aux deux extrémités. Les écrous sont serrés de façon à appliquer solidement les traversins de panneaux contre les demi-barrots. Lorsqu'un bateau roule et tangue, les efforts exercés sur le côté de la coque tendent à gauchir celle-ci et il se produit un effet de charnière sur le bord du pont. C'est pour cette raison que cette partie doit être solidement assemblée et que l'on monte pour résister à ces forces des équerres verticales réparties le long de la coque, et particulièrement à la hauteur du mât et des ouvertures de pont (voir fig. 37). On dispose de même des équerres horizontales pour s'opposer aux forces qui s'exercent dans le sens horizontal lorsque le bateau tangue. Elles sont placées aux extrémités des principales ouvertures de pont, à la plupart des barrots et à la hauteur des treuils; elles doivent être boulonnées. Il faut veiller à ce que le fil du bois des équerres soit dans le sens indiqué dans la fig. 38.

5.2.4 Bordage

Le bordage d'un bateau à membrures sciées ne diffère pas de celui d'un autre type de construction; toutefois, la largeur des virures ne doit pas excéder 20 à 22 cm à l'exception peut-être des virures de galbord; par contre les virures de bouchain doivent être beaucoup plus étroites. On peut exécuter les joints entre les extrémités des virures de différentes façons. Dans les bordés épais, l'assemblage à mi-bois est satisfaisant à condition que sa longueur soit suffisante (4 fois la largeur) et que les becs se trouvent sur une membrure qui les renforce. Les joints d'about sont plus répandus et plus faciles à exécuter et l'emploi de planches de plus faible longueur qu'ils permettent se traduit à la longue par des économies appréciables. Dans les gros bateaux dont l'épaisseur totale des membrures atteint ou dépasse 12,5 m, les virures sont aboutées directement sur les membrures; mais lorsque cette épaisseur est inférieure, elle est trop faible pour assurer une fixation satisfaisante des abouts qui, dans ce cas, doivent tomber entre les membrures et être renforcés par des éclisses de bois. Ces éclisses sont constituées par une virure de même épaisseur que le bordé et d'une longueur égale à

l'espacement des deux membrures, moins 12 mm à chaque extrémité pour permettre l'écoulement de l'eau. Leur largeur doit déborder d'au moins 12 mm sur les virures inférieure et supérieure; elles doivent être vissées de part et d'autre des abouts dans les petits bateaux et boulonnées dans le gros. Le bord supérieur de l'éclisse doit être chanfreiné pour permettre l'écoulement de l'eau (voir fig. 39).

L'espacement des abouts est particulièrement important car s'ils sont trop rapprochés, la coque travaillera et fera de l'eau, risquant même de faire jouer les liaisons. Il est de règle à ce sujet que les abouts de deux virures adjacentes soient espacés d'au moins trois intervalles de membrure. Les abouts de la permière virure après la virure adjacente doivent couvrir deux intervalles de membrure, tandis que dans un même intervalle de membrure, deux abouts doivent être séparés par au moins trois largeurs de virure (voir fig 40). Il est recommandé de faire un schéma du bordé et de marquer la position des abouts en fonction des longueurs de planche disponibles (voir fig. 40).

5.2.5 Bordé de pont

Ce travail ne demande pas beaucoup d'explications, sinon qu'en règle générale, les virures ne doivent pas dépasser 13 cm de large. Des virures trop larges entraînent une fatigue excessive des liaisons et ne demeurent pas étanches du fait de leur contraction au soleil. La liaison est généralement exécutée avec des clous galvanisés, qualité marine, et les abouts doivent être décalés comme pour le bordé de coque; deux joints sur des virures adjacentes doivent être distants d'au moins trois espacements de barrot. Nous considérons que dans ce type de construction les barrots sont généralement assez épais pour recevoir les abouts, sans qu'il soit nécessaire de faire tomber ces derniers entre deux barrots et d'assurer leur liaison avec des éclisses. Les plats-bords et les gouttières peuvent s'exécuter de différentes façons. Si la face intérieure des membrures est couverte d'un vaigrage calfaté, il faut disposer des cales toutes les deux ou trois membrures et pratiquer à cet endroit une ouverture assez grande pour permettre un écoulement rapide de l'eau du pont (voir fig. 41). Lorsqu'un plat-bord déborde les membrures (comme dans la fig. 42), il doit être percé pour permettre le passage des têtes de membrure ou des jambettes de pavoi. Ce travail demande un tracé minutieux et un ajustage précis. Il existe une méthode plus facile qui consiste à entailler le plat-bord et à le glisser en place de l'intérieur. Les bords extérieurs des entailles sont fermés avec des morceaux de bois de remplissage lorsque le plat-bord est en place. La forme du plat-bord est relevée d'après le tracé en salle; on le divise en plusieurs éléments assemblés à mi-bois pour réduire au minimum la courbure de chacun d'eux. Avant de le fixer, on marque le bord intérieur sur le pont et l'on monte des éclisses entre les barrots pour soutenir le plat-bord et recevoir les extrémités des virures de pont qui aboutissent dans des entailles pratiquées dans le plat-bord lorsque l'angle formé par ces extrémités avec le plat-bord est trop aigu et se traduit par une pointe effilée (voir fig. 43). Les joints de calfatage sont taillés à une profondeur égale aux deux tiers de l'épaisseur de la virure, avec une largeur de couture de 3 mm.

Il faut disposer des renforts entre les barrots sous tous les équipements de pont tels que treuils, potences, etc. Ces renforts ainsi que la plupart des étambrais sont généralement indiqués sur les plans.

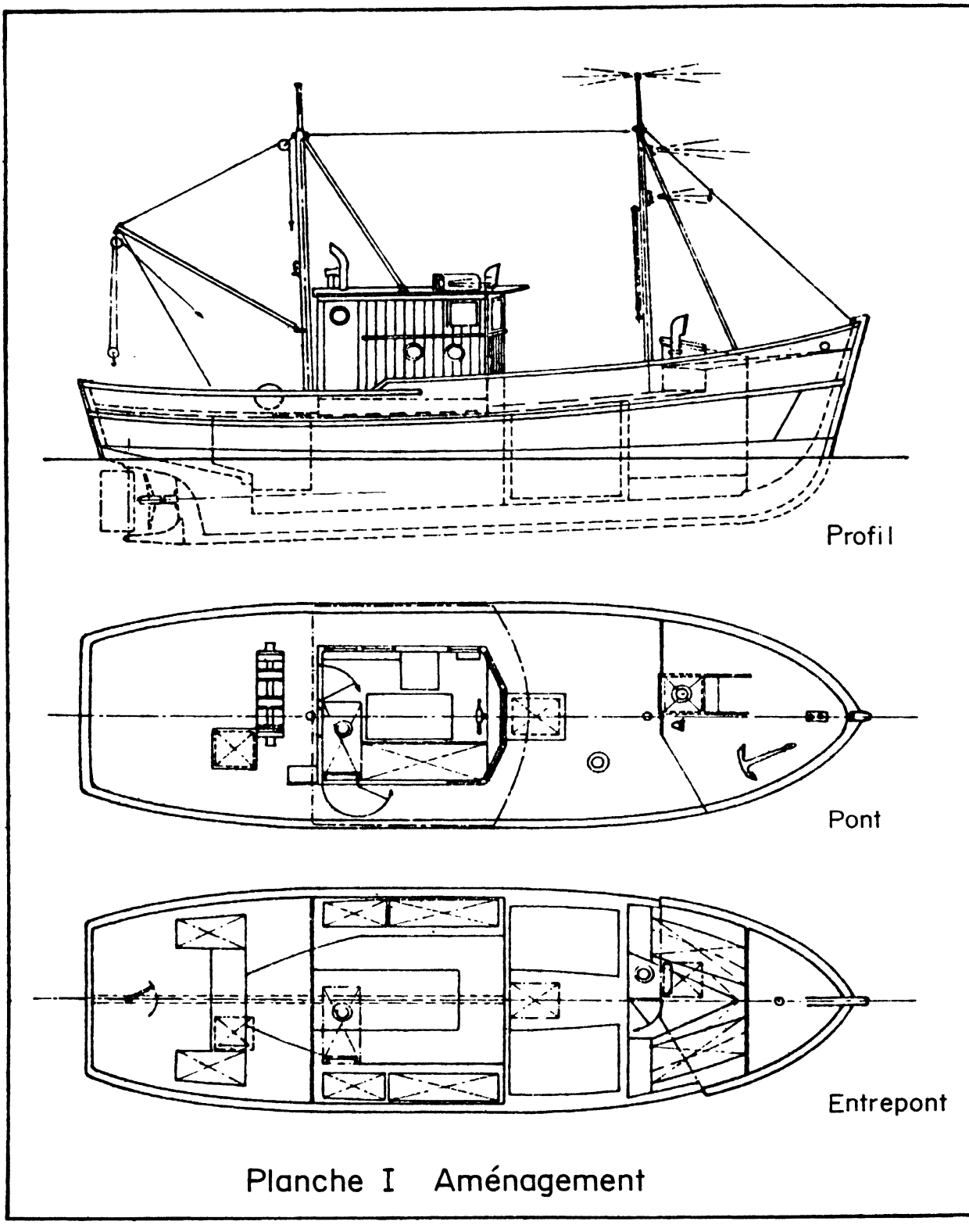


Planche I Aménagement

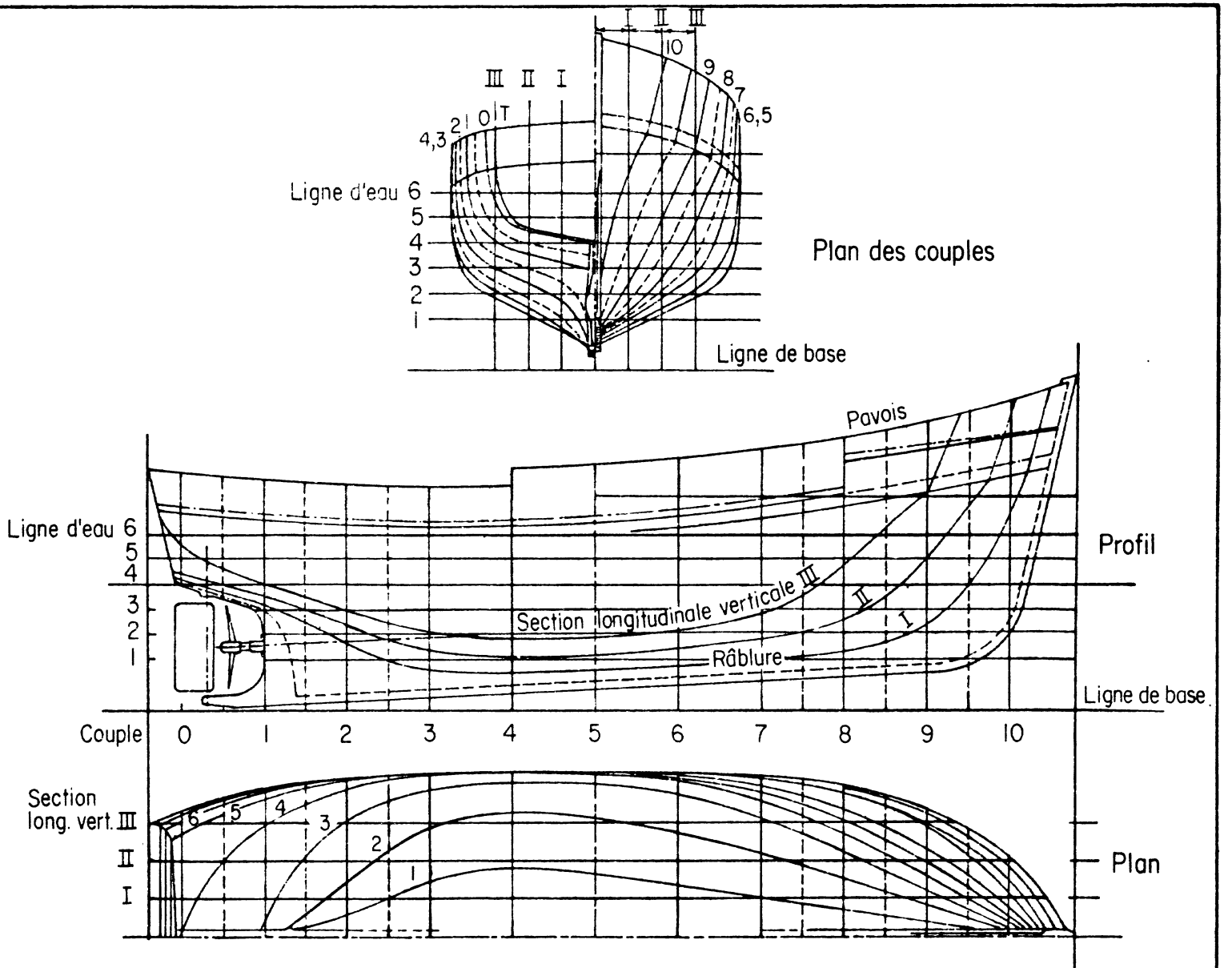


Planche II Lignes, bateau en forme

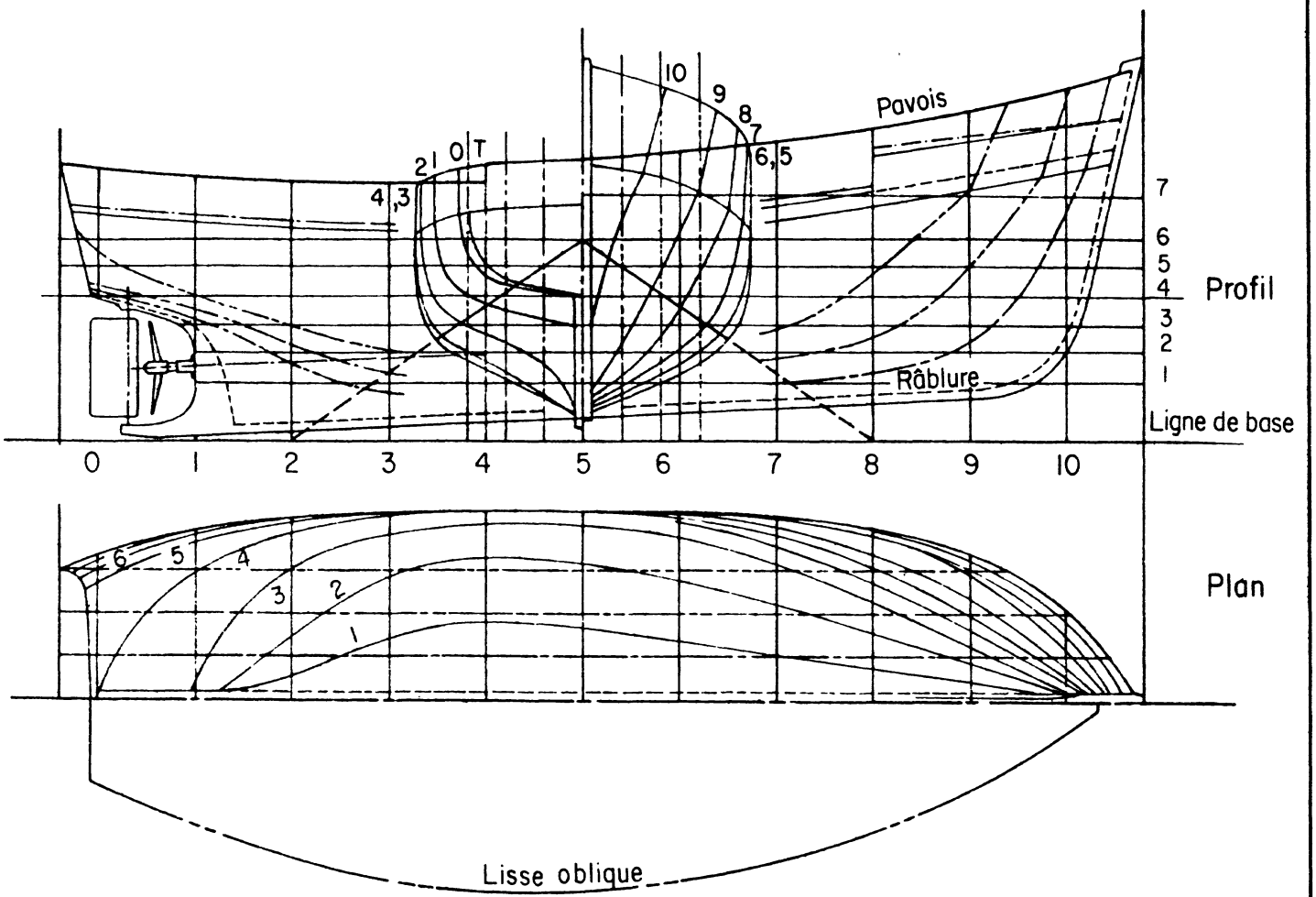


Planche III Lignes avec lisse oblique, bateau en forme

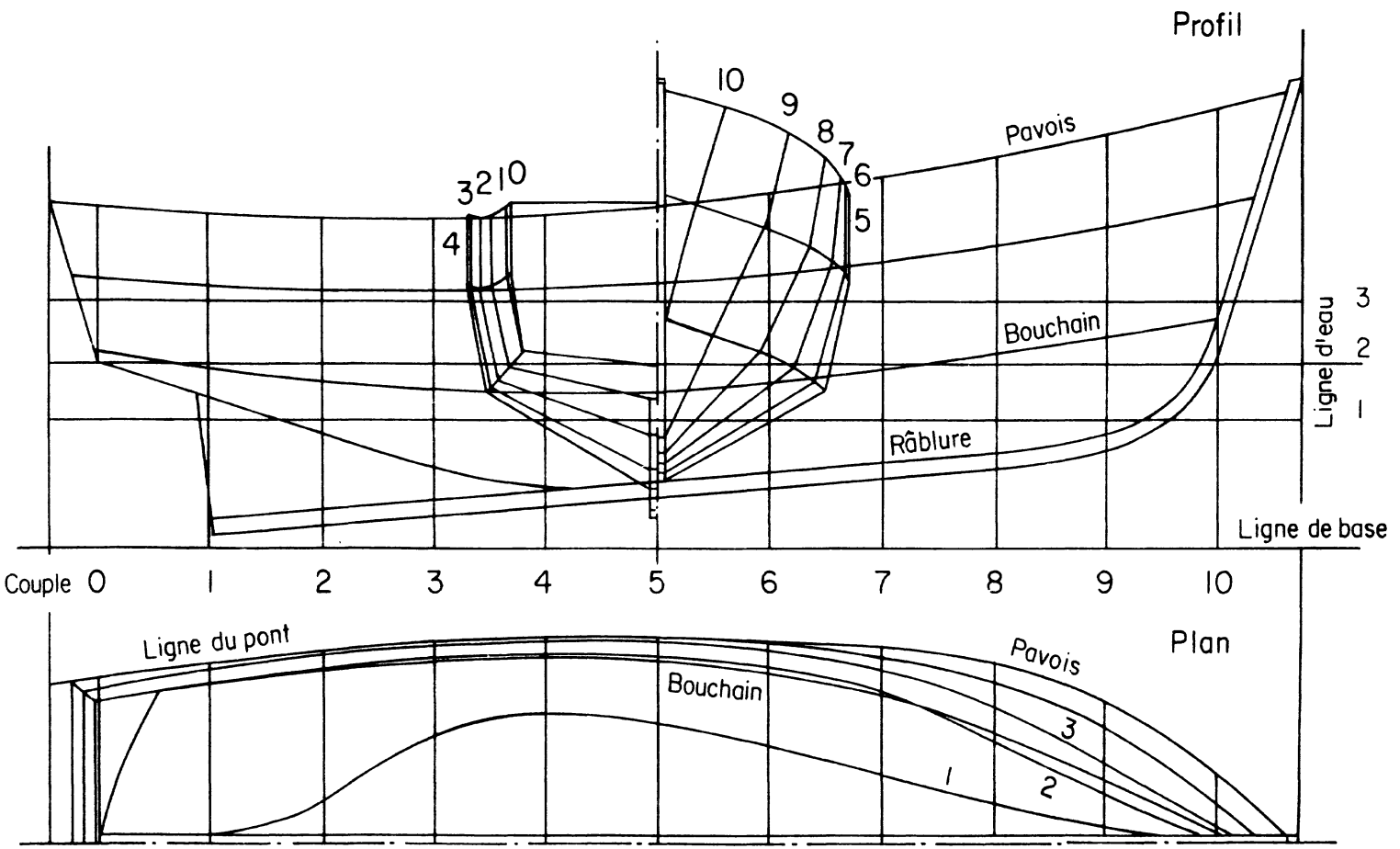


Planche IV Lignes, fond en V

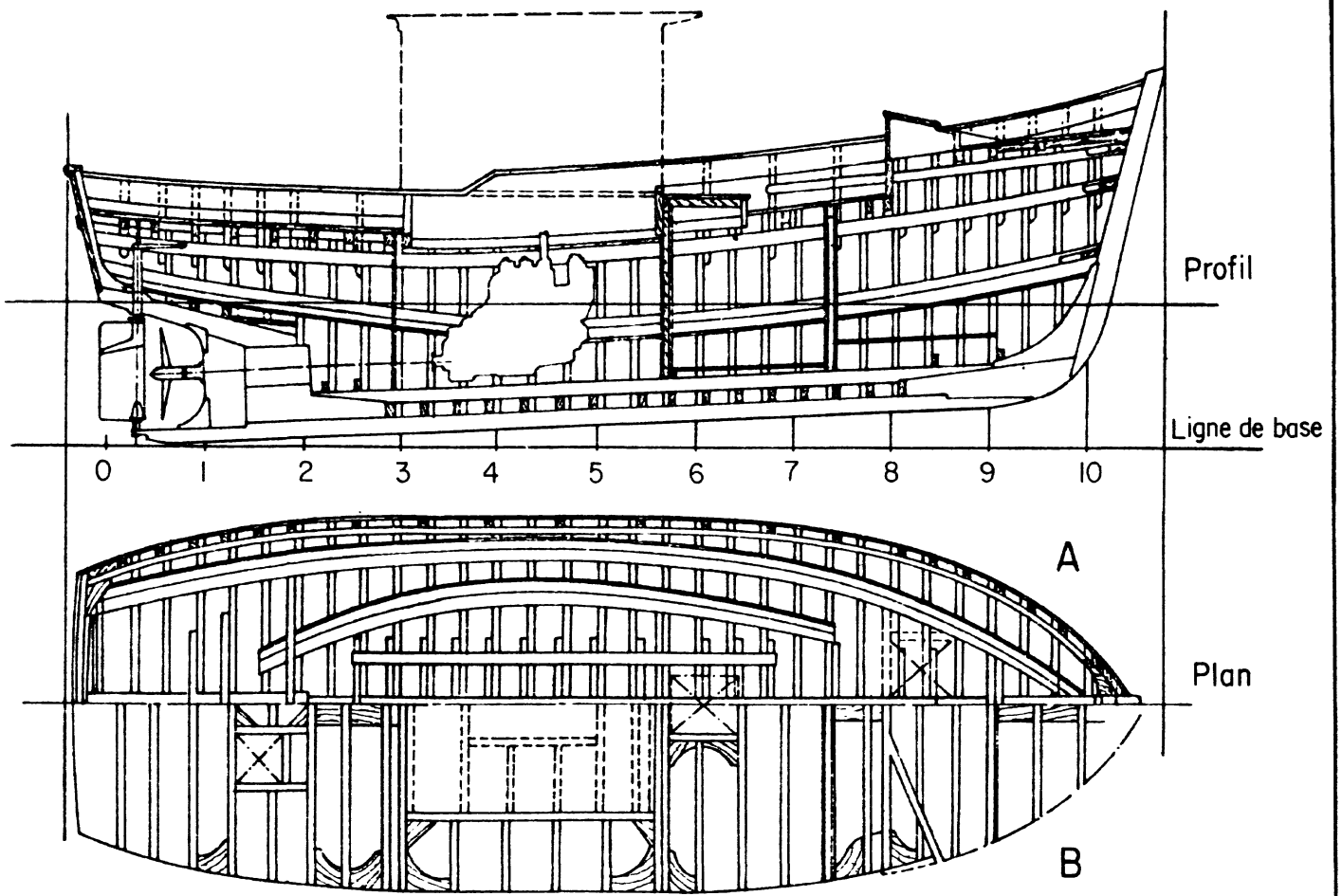
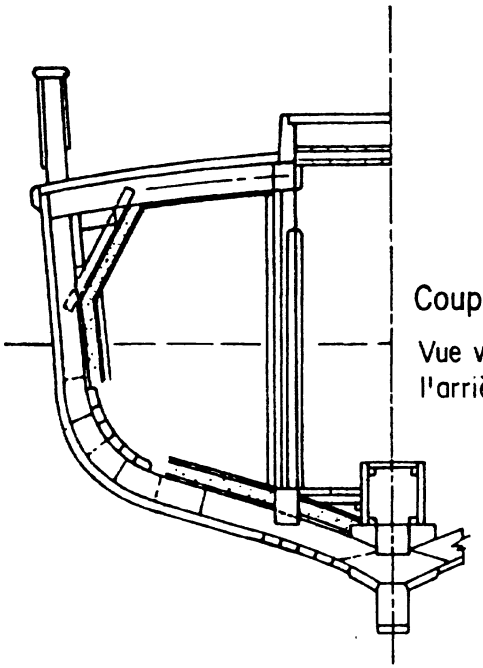
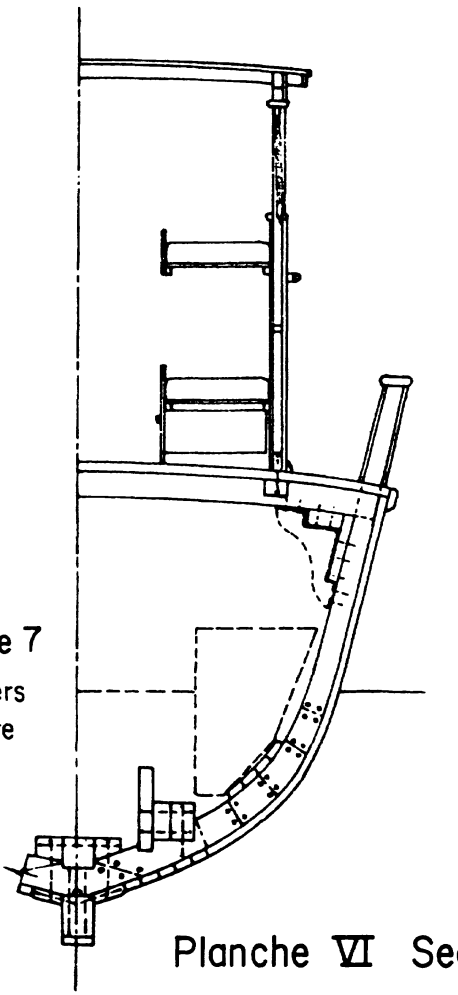


Planche V Construction, profil et plan





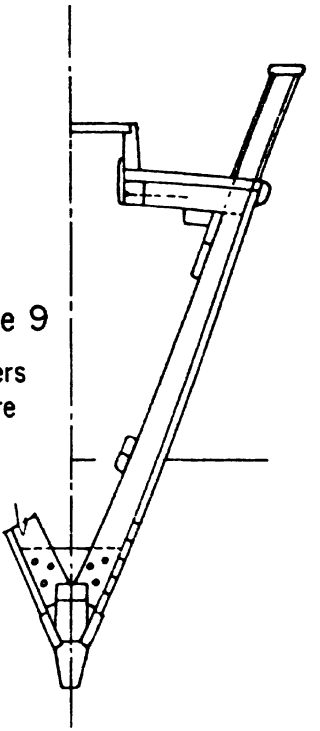
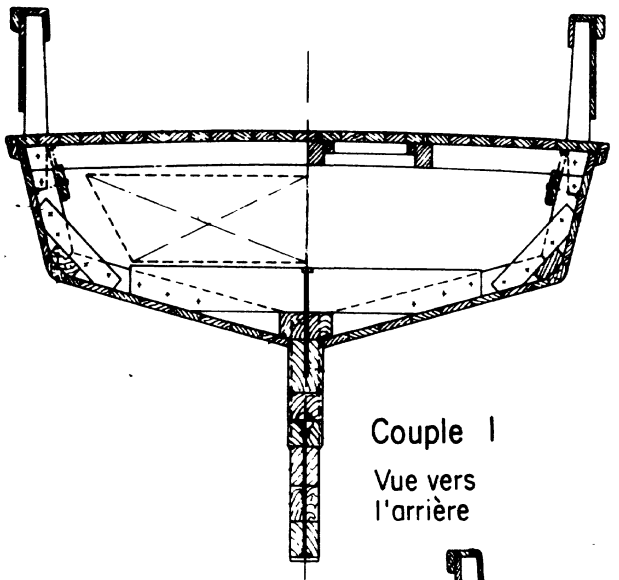
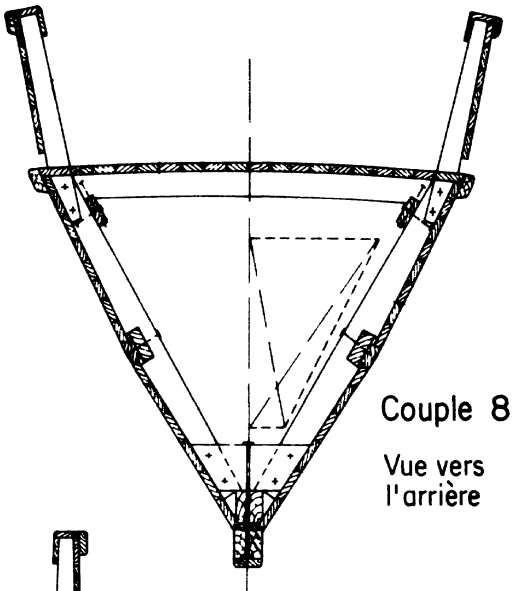


Planche VI Sections, bateau en forme



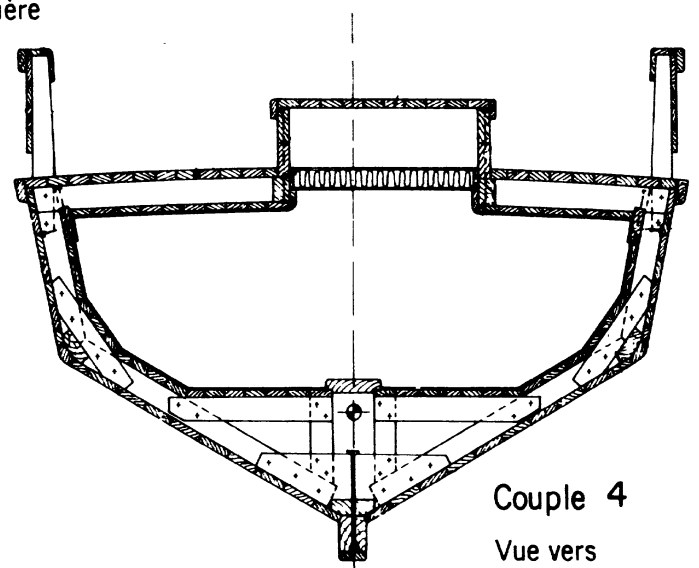
Couple 1

Vue vers l'arrière



Couple 8

Vue vers l'arrière



Couple 4

Vue vers l'arrière

Planche VII Sections, fond en V

	Couple	T	0	1/2	1	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	7	7 1/2	8	8 1/2	9	9	10
Demi-largeurs	Ligne d'eau 1					127	254	330	667	822	762	629	466	387	308	225	155		
	" 2					260	657	1051	1298	1508	1451	1276	1016	870	717	545	381	213	
	" 3				190	965	1391	1648	1781	1975	1844	1821	1429	1254	1035	810	578	343	102
	" 4		26	902	1333	1610	1781	1883	1787	1968	1956	1876	1629	1464	1248	1006	740	463	158
	" 5	1168	1270	1483	1660	1848	1895	1946	1981	1981	1973	1920	1743	1600	1410	1175	895	606	248
	" 6	1311	1422	1600	1746	1848	1920	1959	1981	1981	1981	1962	1795	1714	1552	1330	1060	736	342
	" 7										1981	1981	1918	1851	1743	1584	1337	990	540
	Livet	1371	1486	1651	1778	1860	1927	1965	1981			1981	1911	1841	1740				
	Pont surélève														1797	1673	1486	1216	835
	Arête											1981	1905	1832	1740	1575	1371	1092	695
	Pavois	1371	1514	1667	1778	—	—	comme livet	—	—	—	—	1956	1908	1838	1721	1562	1314	968
Hauters a partir de la ligne de base	Quille		0	—	—	—	—	ligne droite	—	—	—	—	—	—	375	397	432	534	889
	Râblure		1513	1387	1203	159	—	ligne droite	—	—	—	—	—	—	463	486	521	635	1105
	Livet	2438	2403	2349	2305	2264	2238	2226	2219	2238	2286	2365	2479	2543	2619	2702	2794	2883	2740
	Pont surélève														3032	3099	3169	3238	3302
	Arête											2213	2327	2391	2467	2524	2641	2730	2740
	Pavois	2896	2867	2822	2794	2762	2740	2657	2708	2943	2972	3045	3156	3226	3302	3397	3499	3619	3759
	Section long. vert. I	1610	1584	1445	1273	1016	797	609	498	438	473	530	606	651	711	844	1029	1486	2416
	" II	1698	1667	1527	1381	1197	1022	851	733	644	673	740	860	949	1102	1375	1857	2492	3587
	" III	2438	1977	1702	1549	1375	1213	1063	946	848	876	962	1065	1365	1746	2225	2641		

Toutes les cotes sont exprimées en mm

Planche VIII Table de cotes

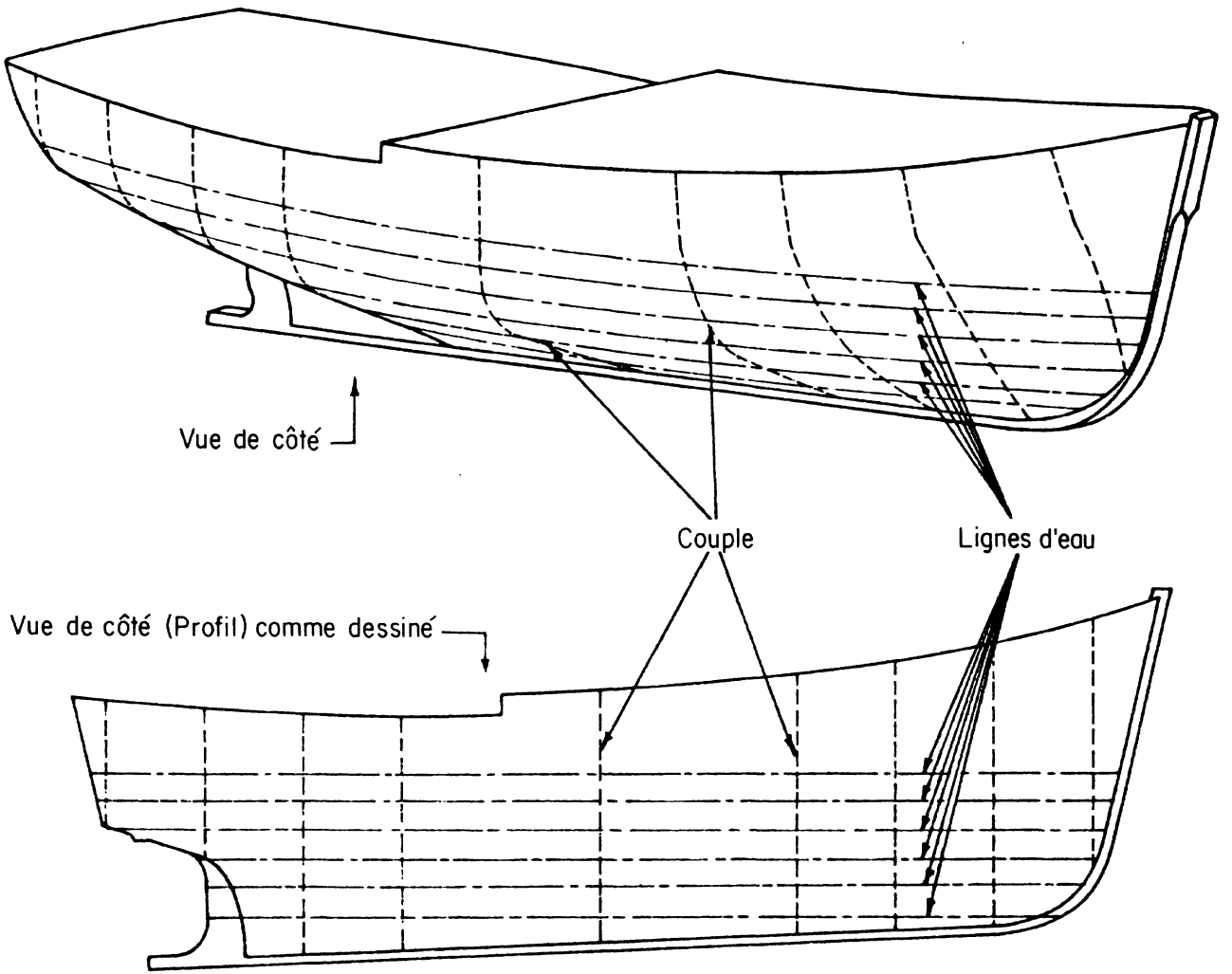


Fig. I Vue de profil

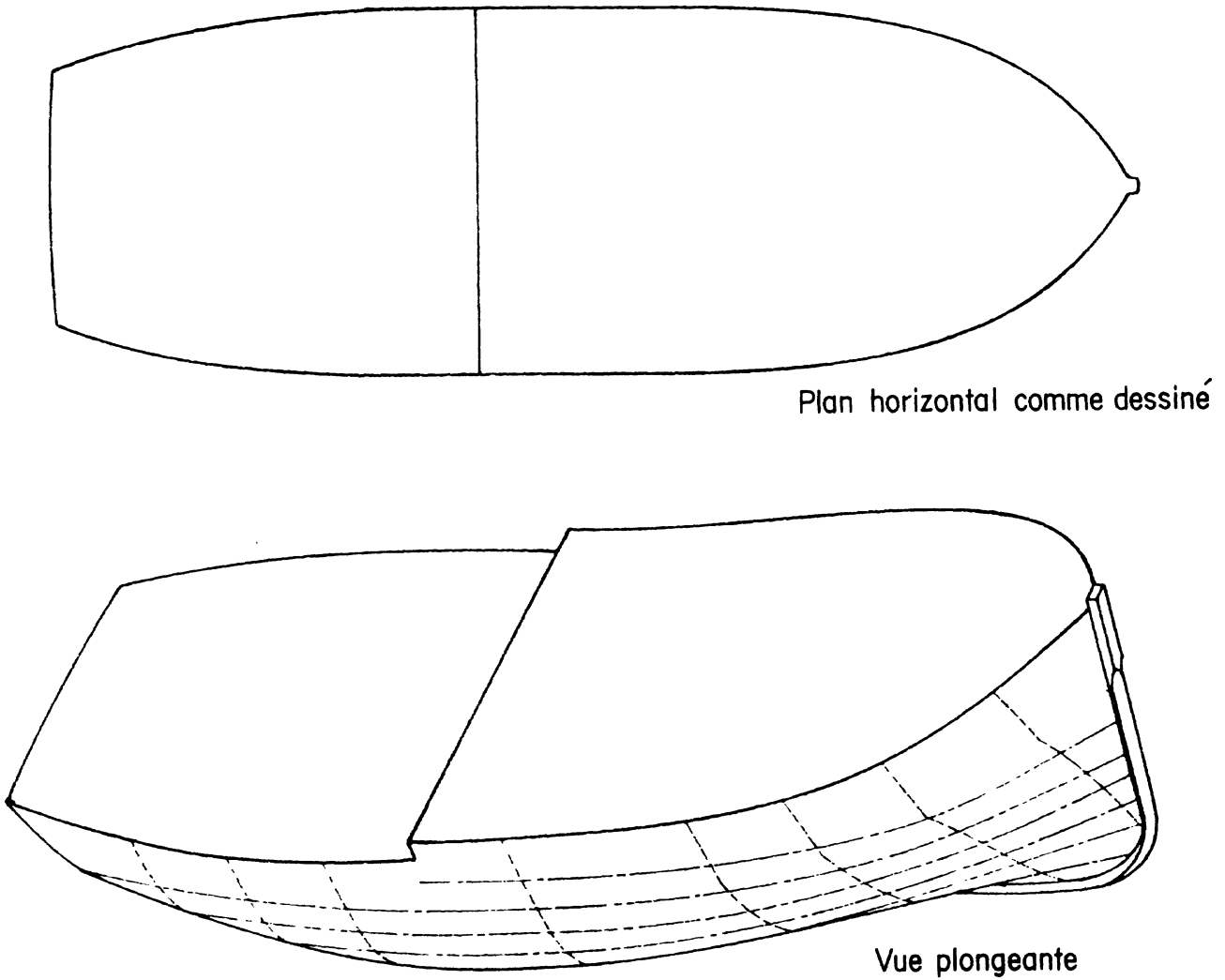


Fig. 2 Plan horizontal

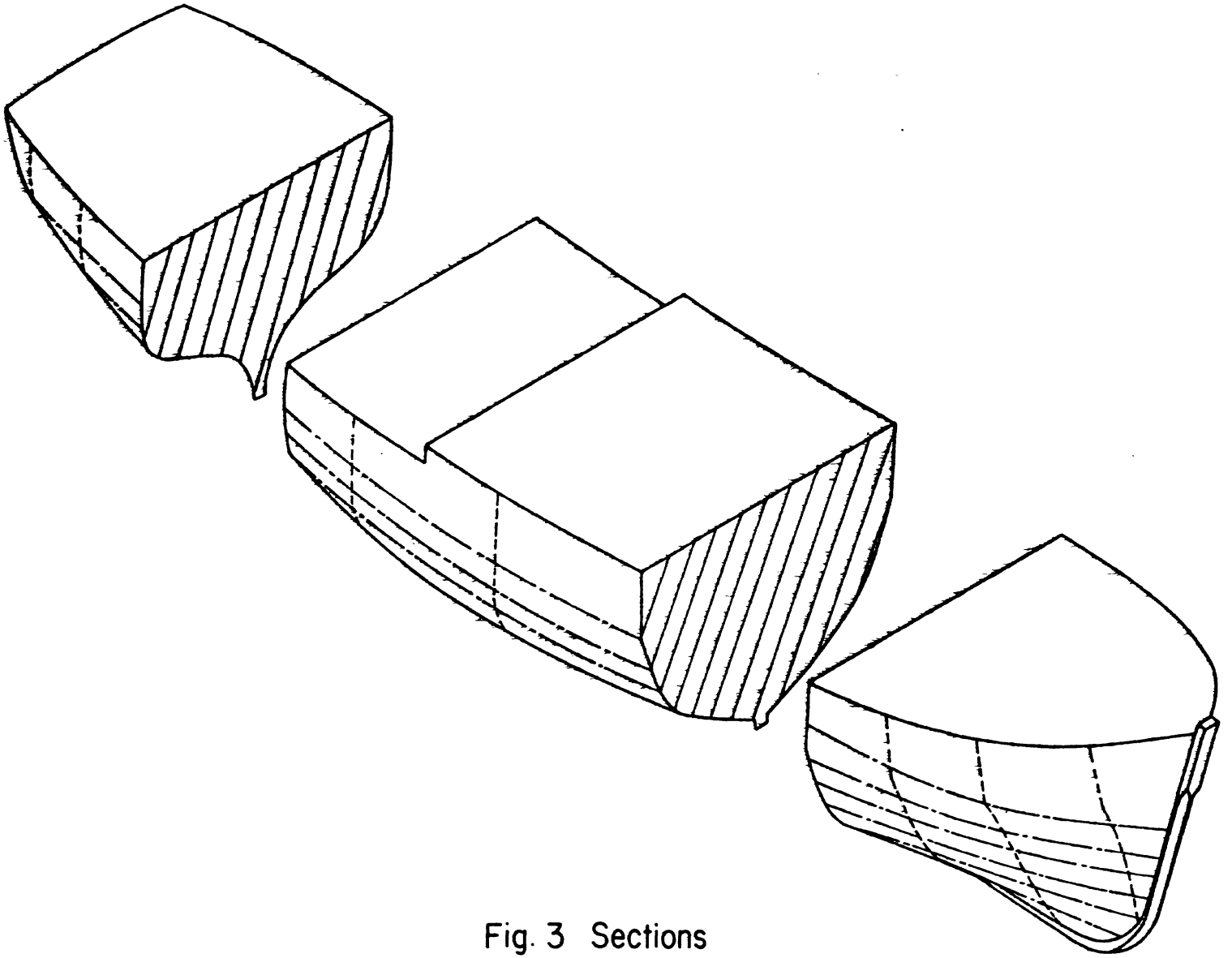


Fig. 3 Sections

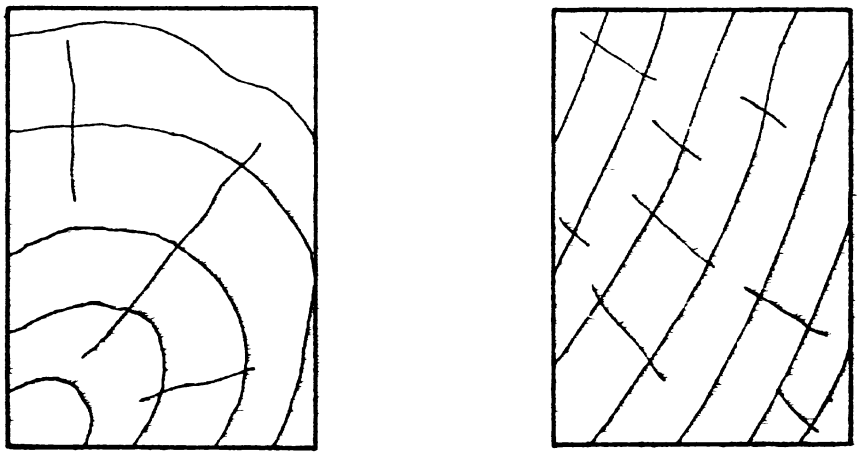


Fig. 4 Grain du bois à contre fil

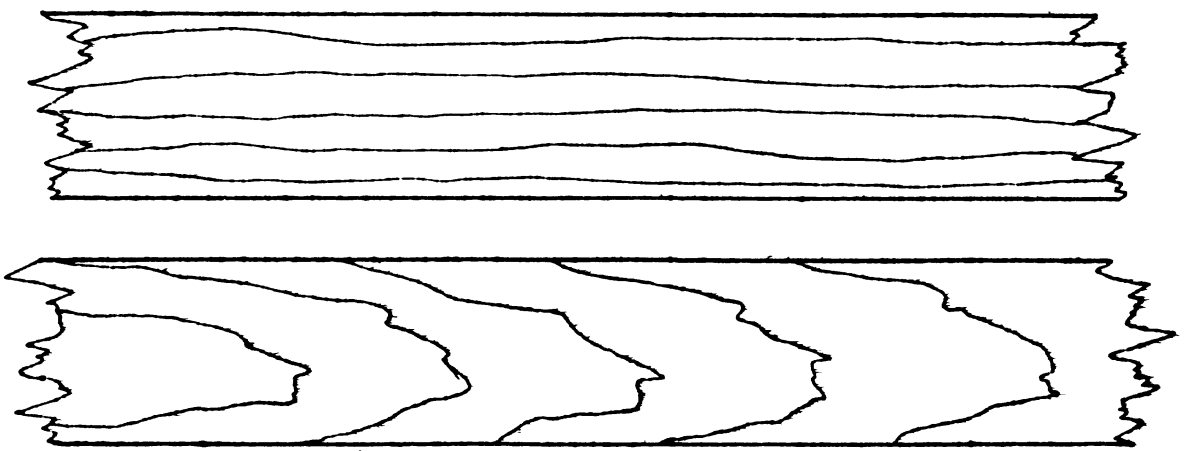


Fig. 5 Grain du bois à fil droit

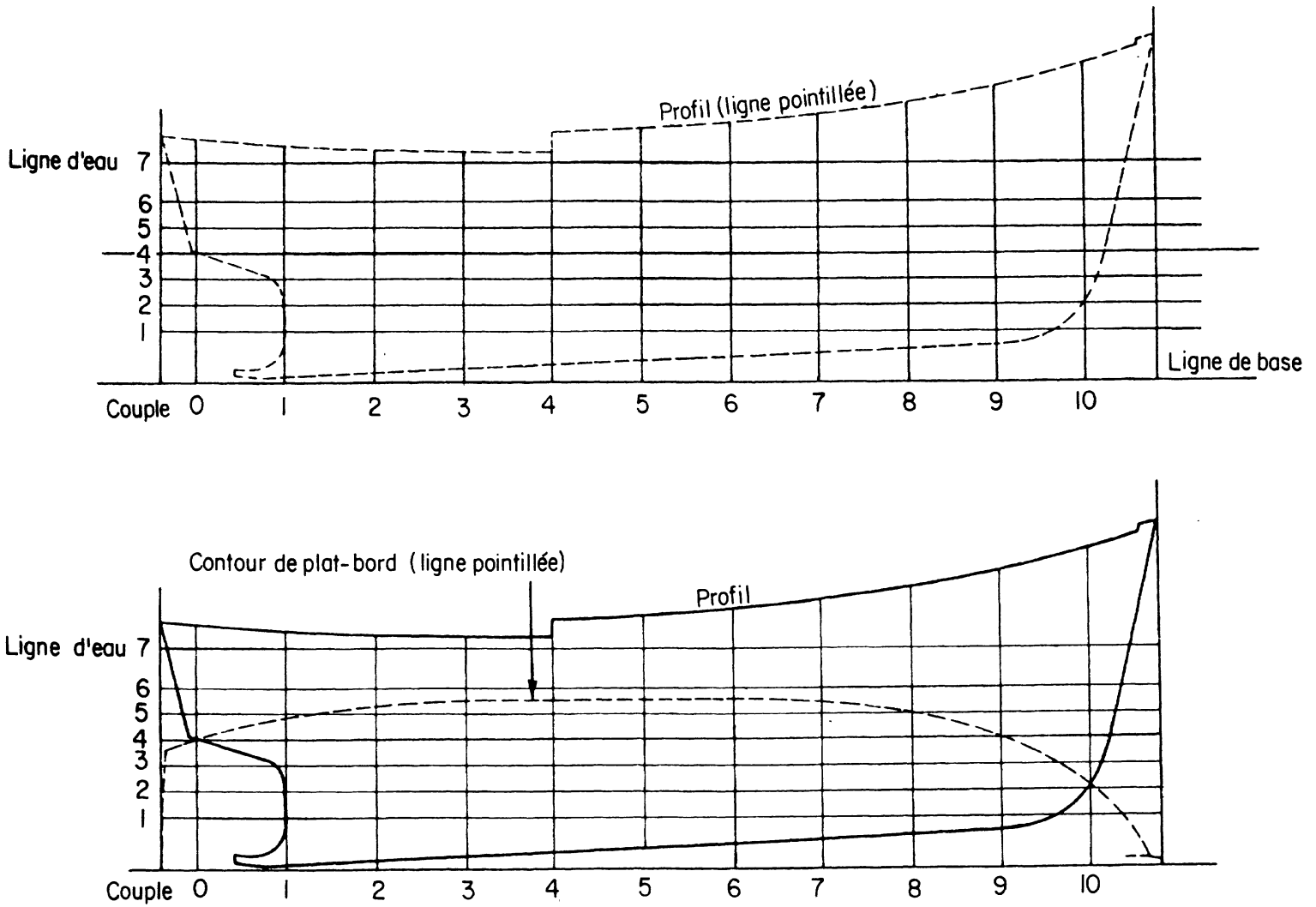


Fig. 6 Le quadrillage

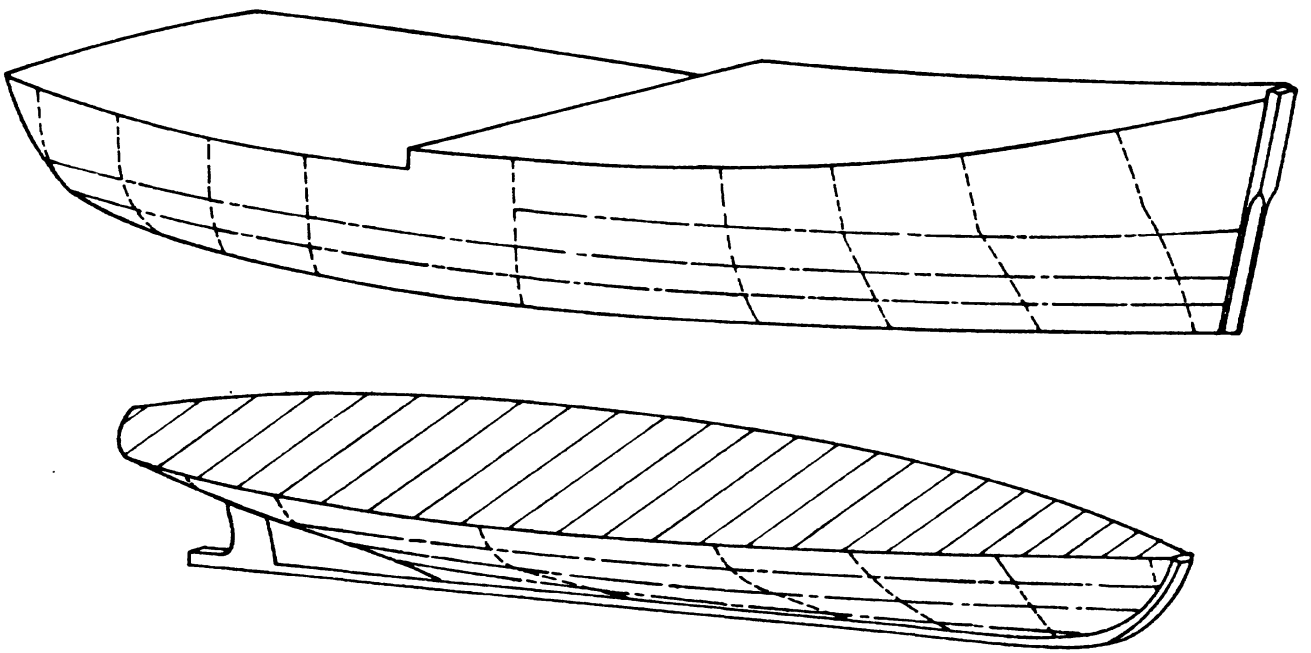


Fig. 7 Un bateau divisé en deux à la ligne d'eau 4

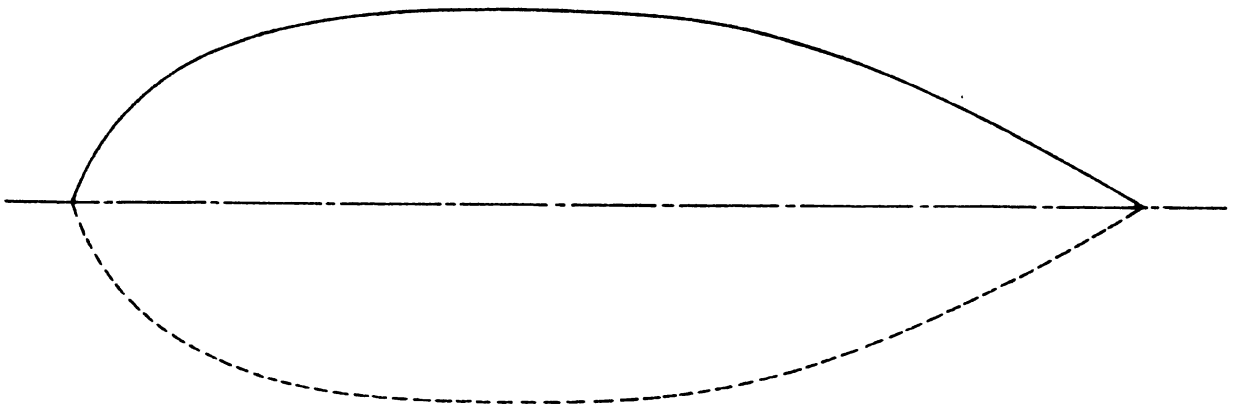


Fig. 8 Plan d'une ligne d'eau

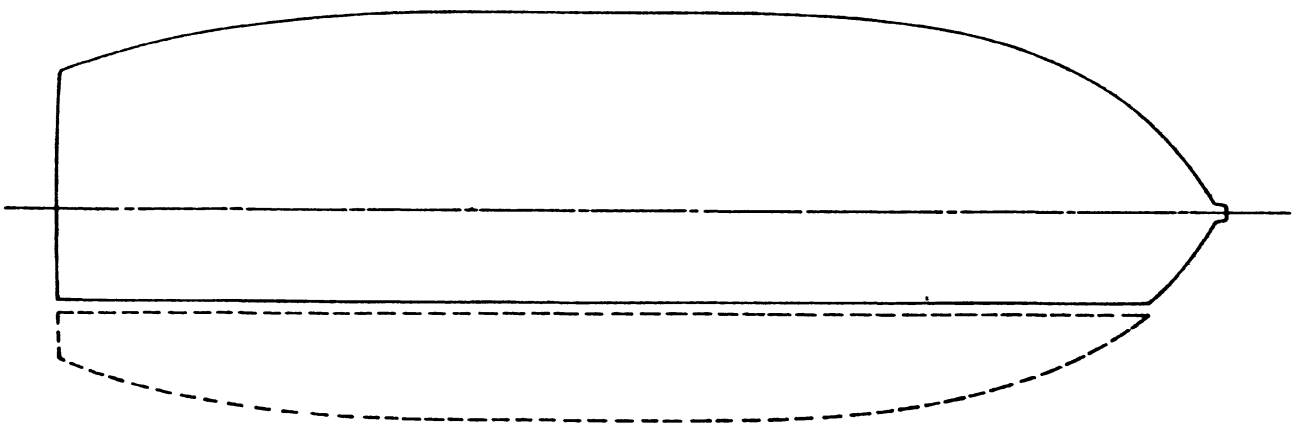


Fig. 9 Plan d'une section longitudinale verticale

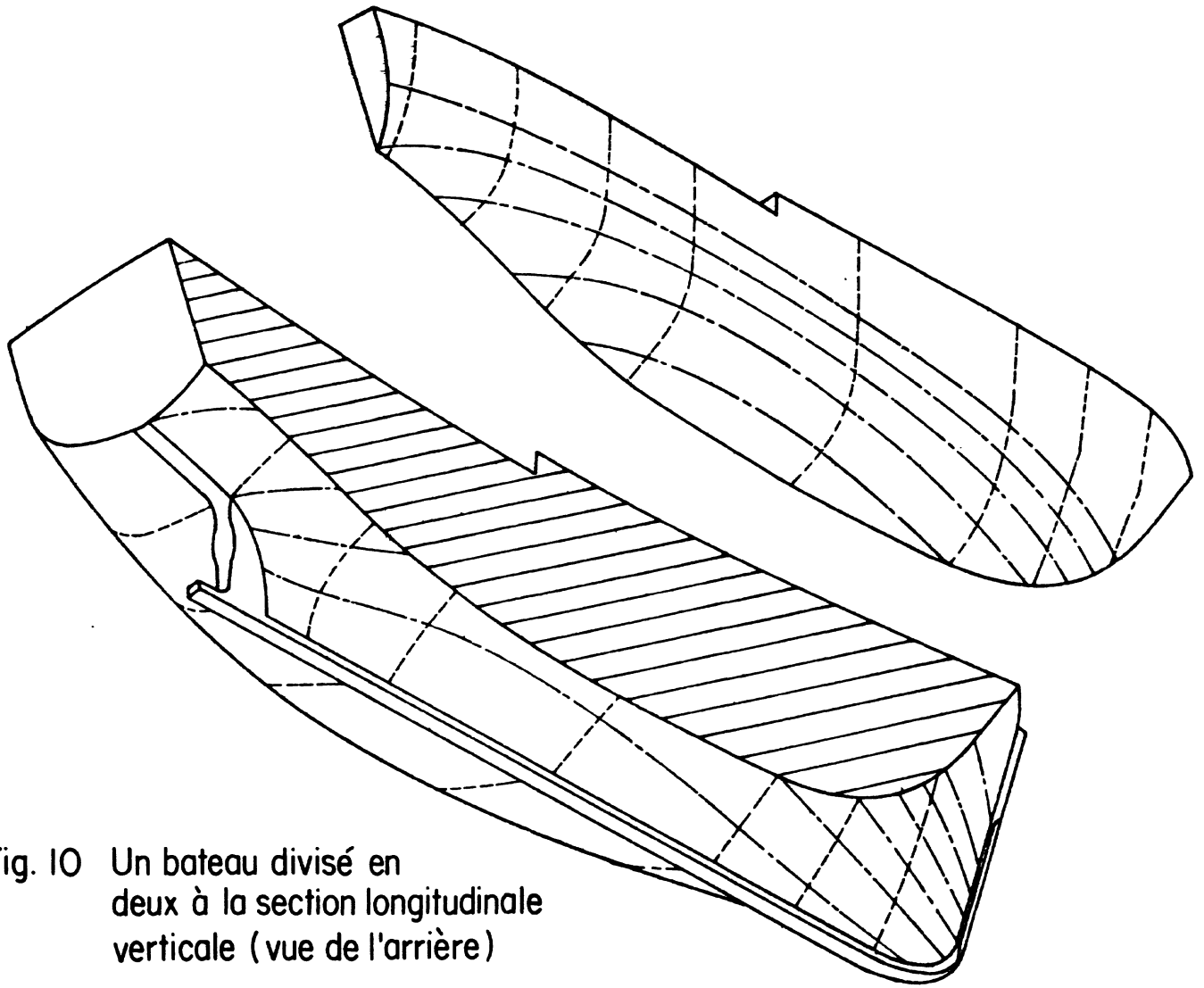


Fig. 10 Un bateau divisé en deux à la section longitudinale verticale (vue de l'arrière)

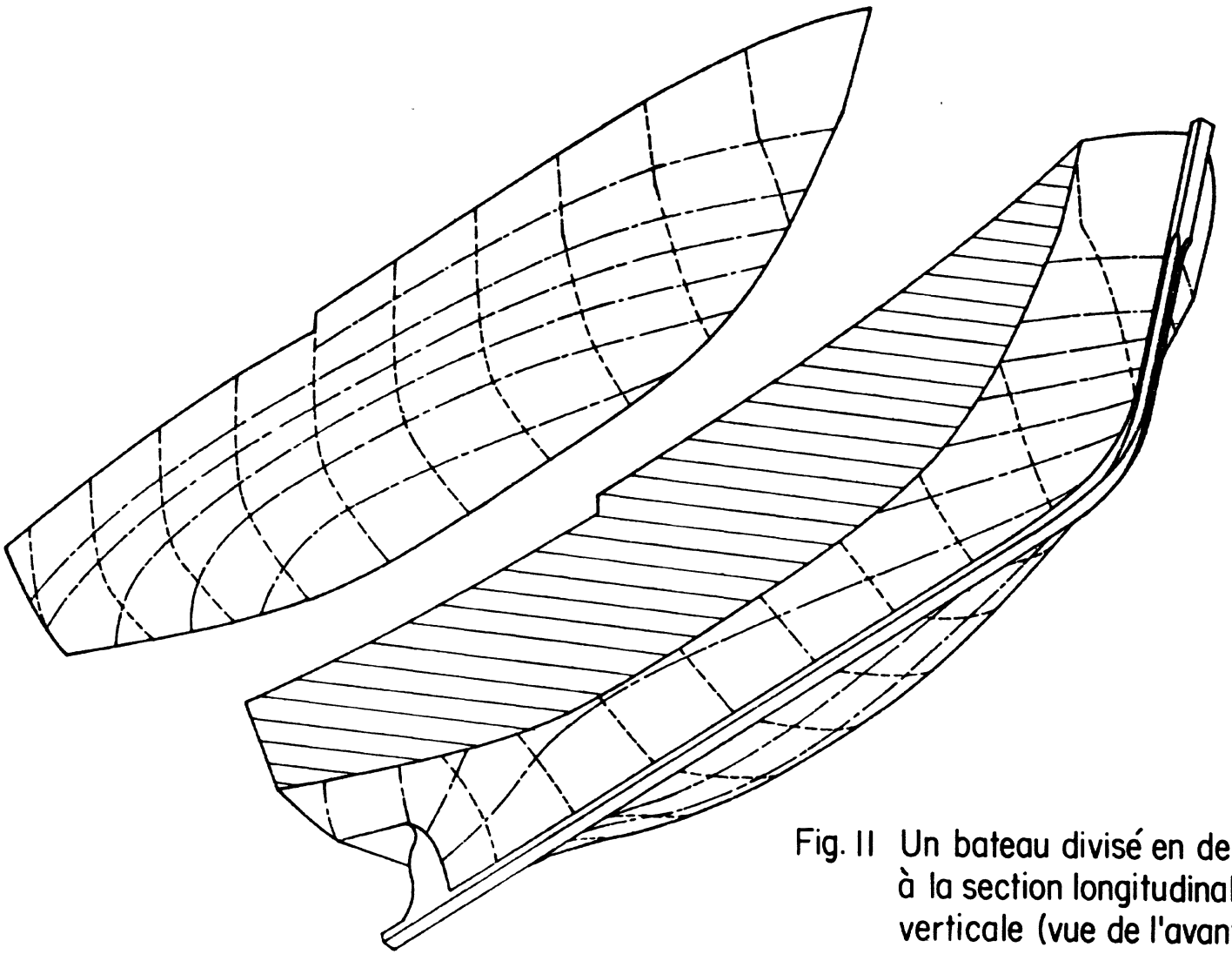


Fig. 11 Un bateau divisé en deux à la section longitudinale verticale (vue de l'avant)

Fig.12 Une section longitudinale verticale vue dans le plan des couples

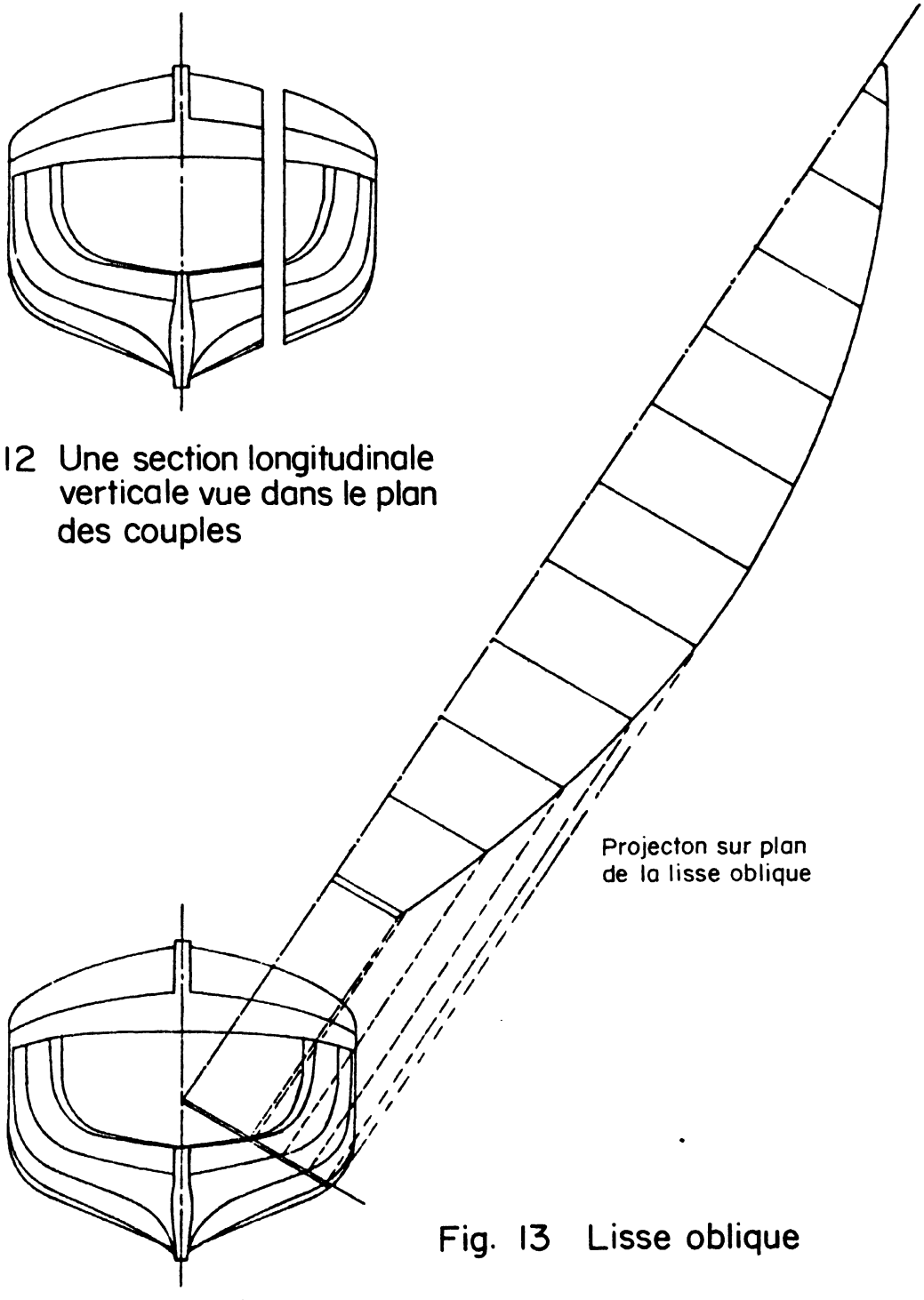


Fig. 13 Lisse oblique

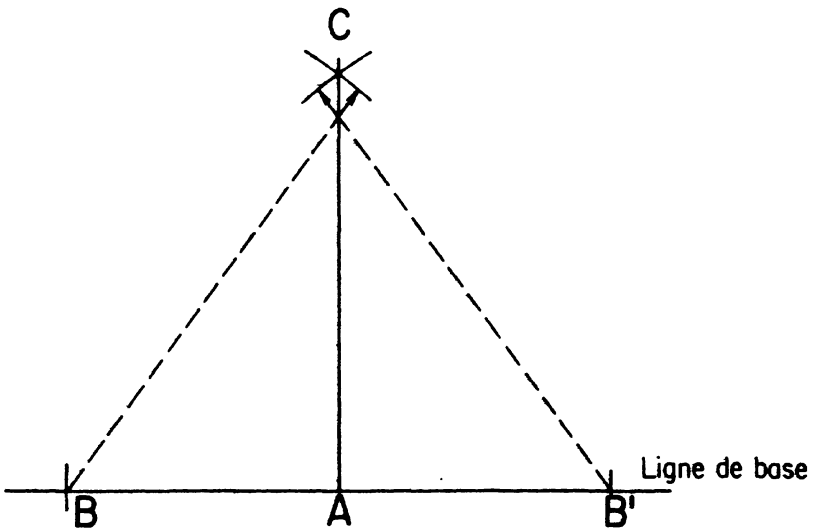


Fig. 14 Elever une perpendiculaire sur une ligne de base

Fig. 15 Etablir un point par l'intersection de deux lignes

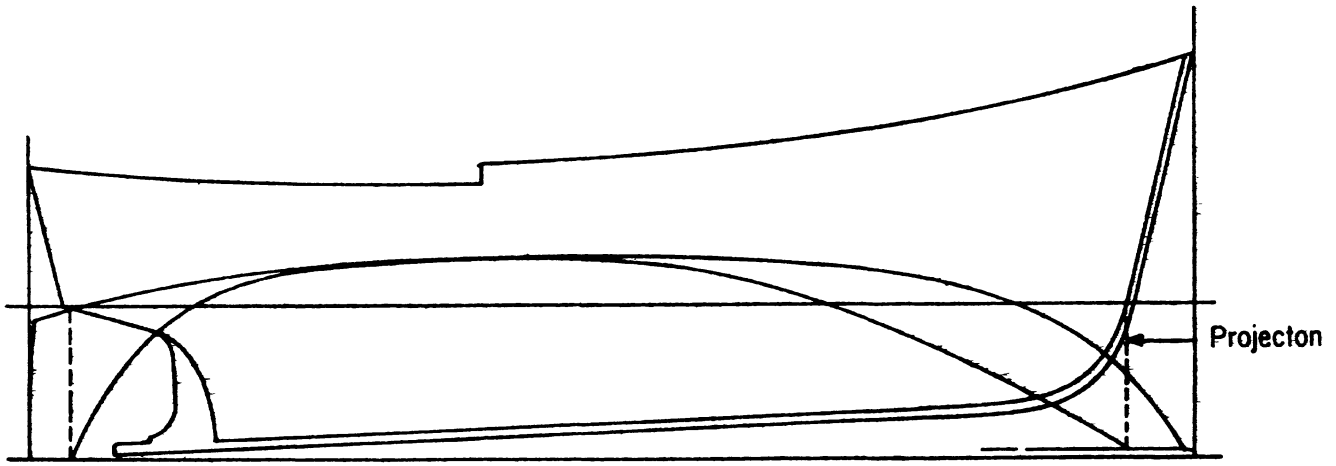


Fig. 16 Ligne d'eau du profil projetée sur le demi-plan horizontal

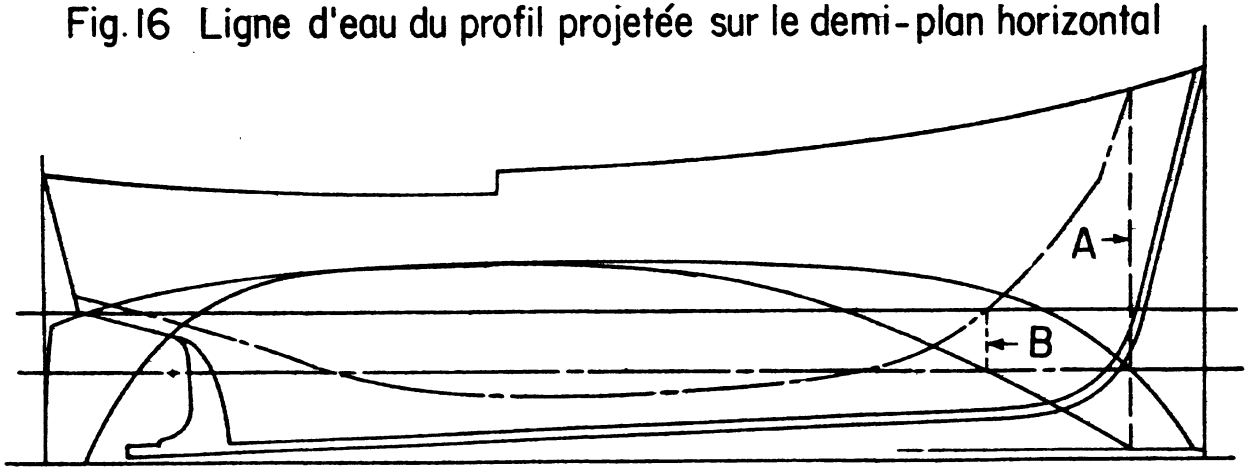


Fig. 17 A. Sect. long. vert. du demi-plan projetée sur le profil
B. Intersection d'une sect. long. vert. avec une ligne d'eau projetée du demiplan sur le profil

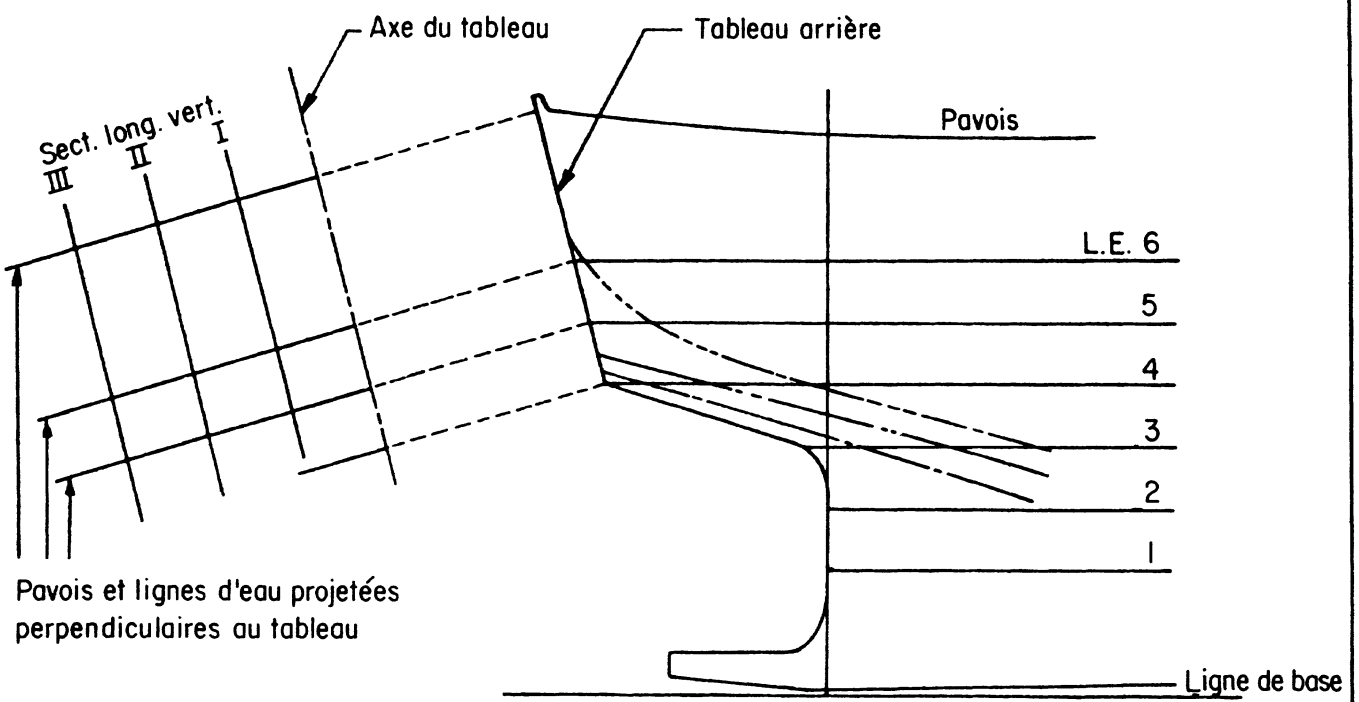


Fig. 18 Le quadrillage pour projection d'un tableau arrière

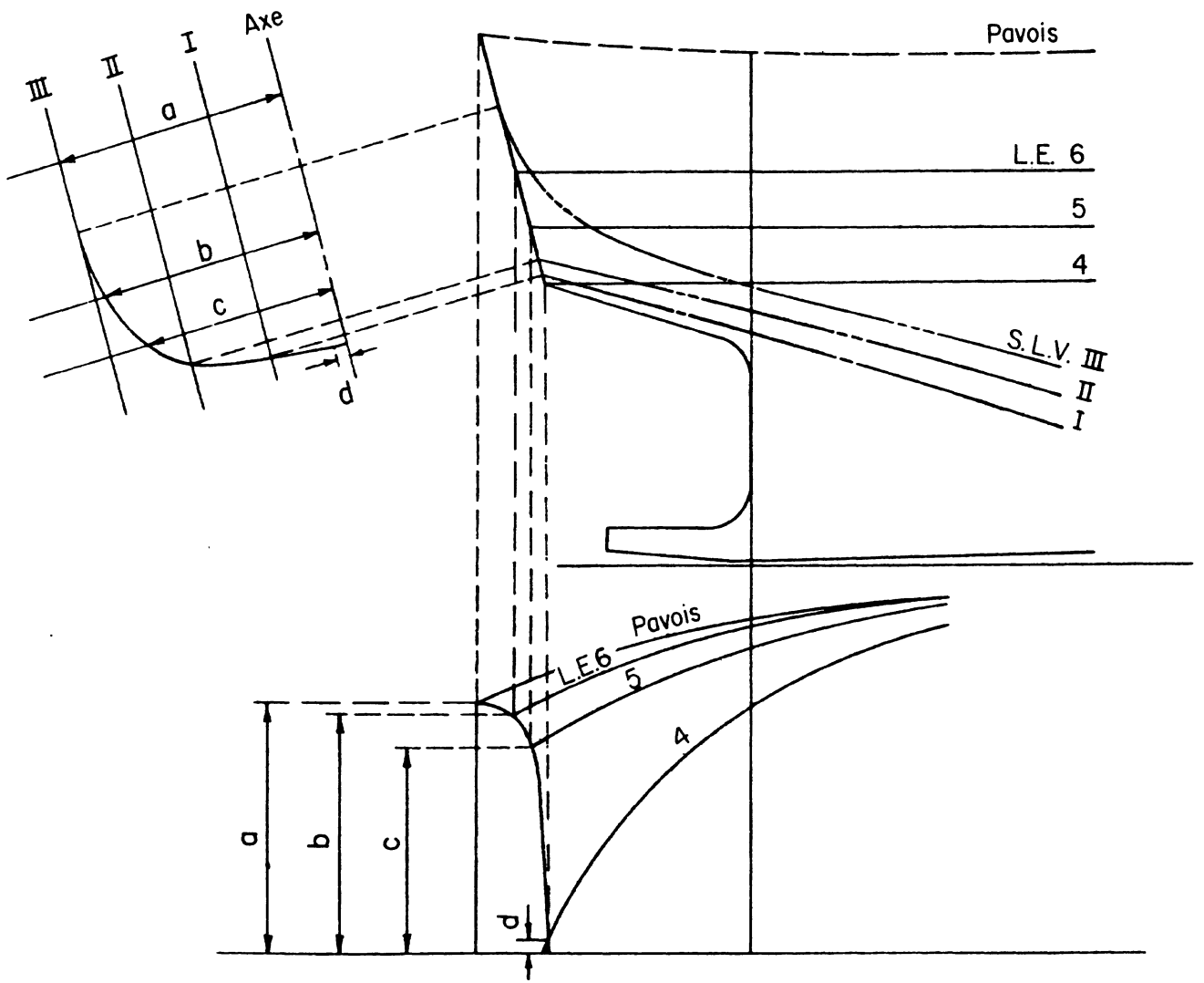


Fig. 19 Projection d'un tableau arrière plat

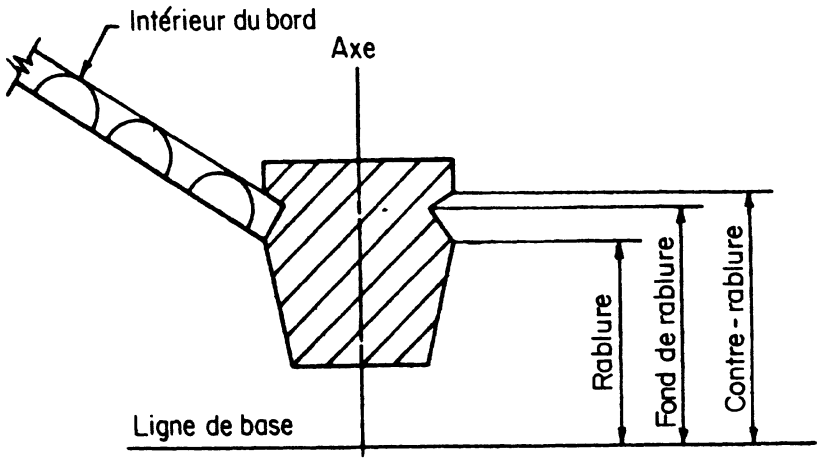


Fig. 20 Rablure de la quille (vue en section)

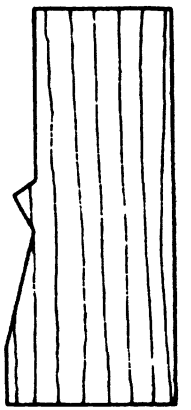


Fig. 22 Gabarit de rablure

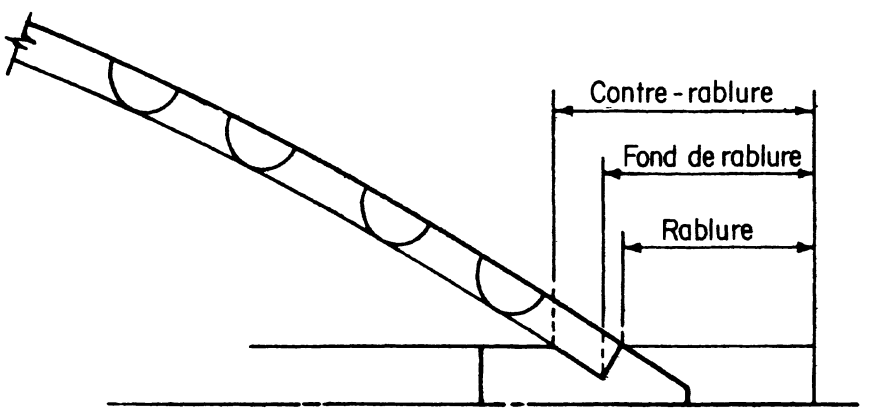
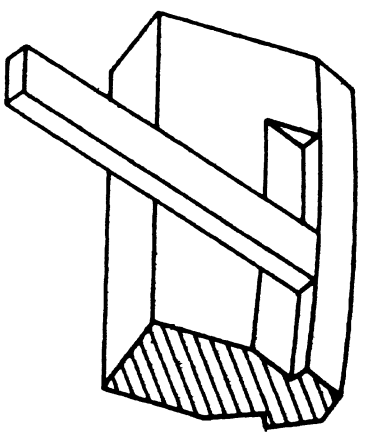


Fig. 21 Rablure de l'étrave (vue en plan)



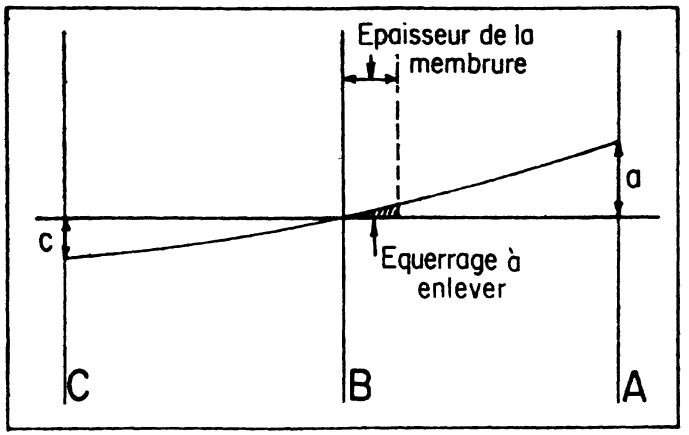


Fig. 23 Equerrage d'une membrure (couple avant)

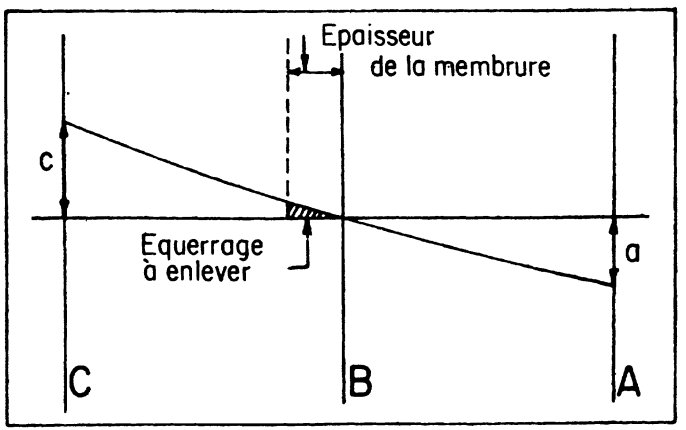


Fig. 25 Equerrage d'une membrure (couple arrière)

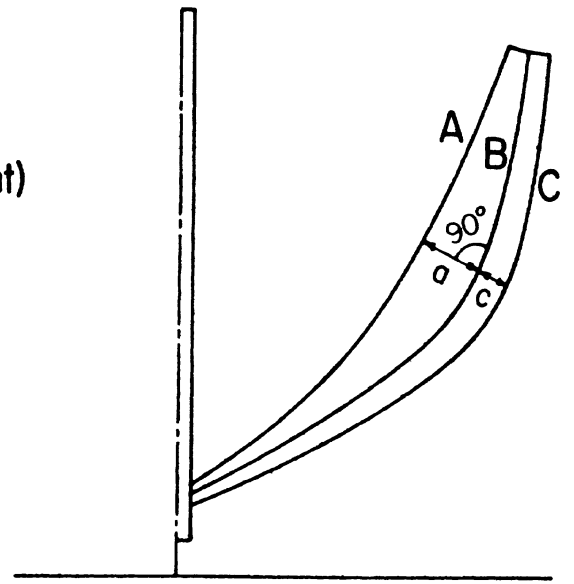


Fig. 24 Relever l'écartement des membrures

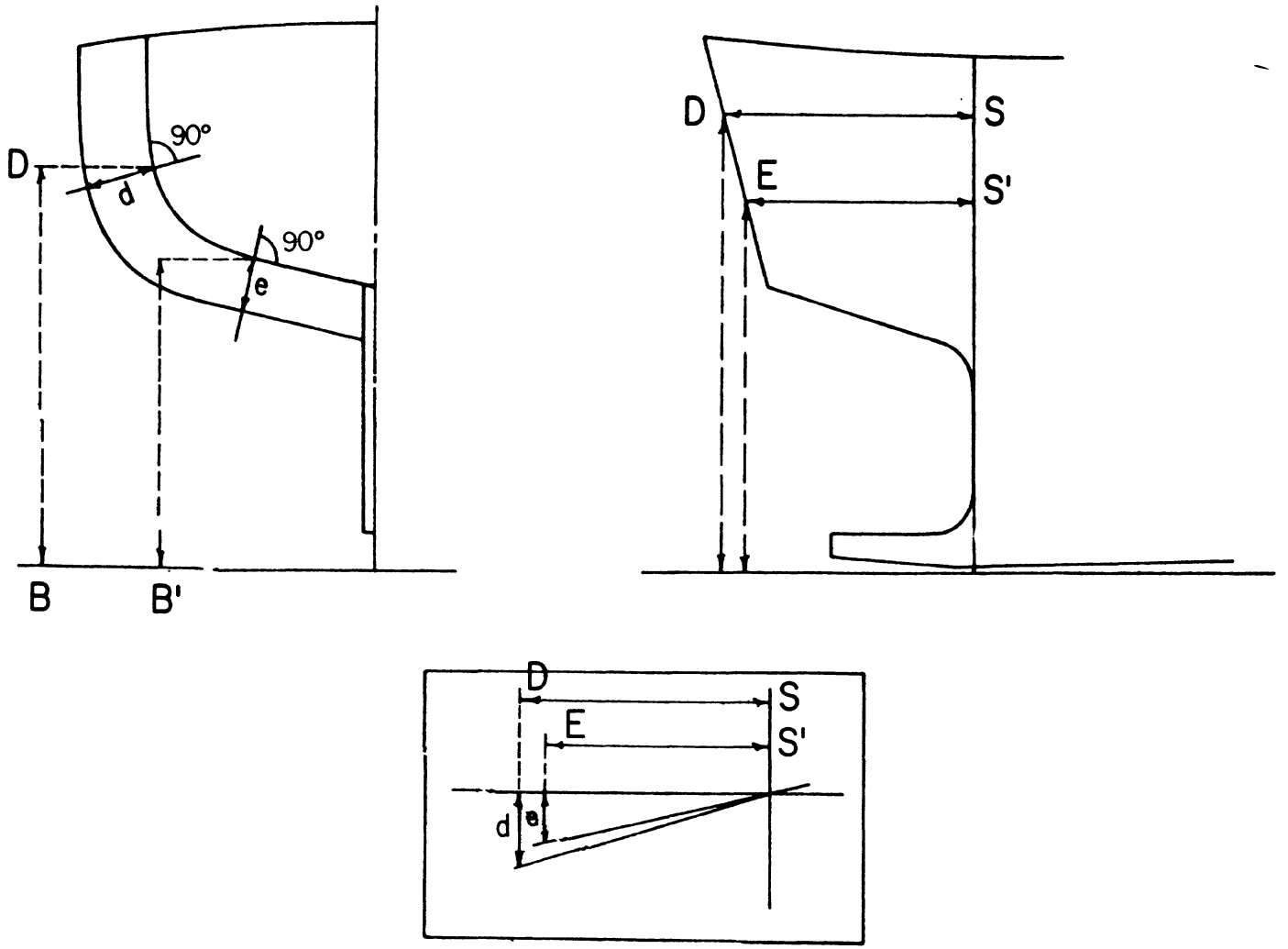


Fig. 26 Equerrage du tableau arrière

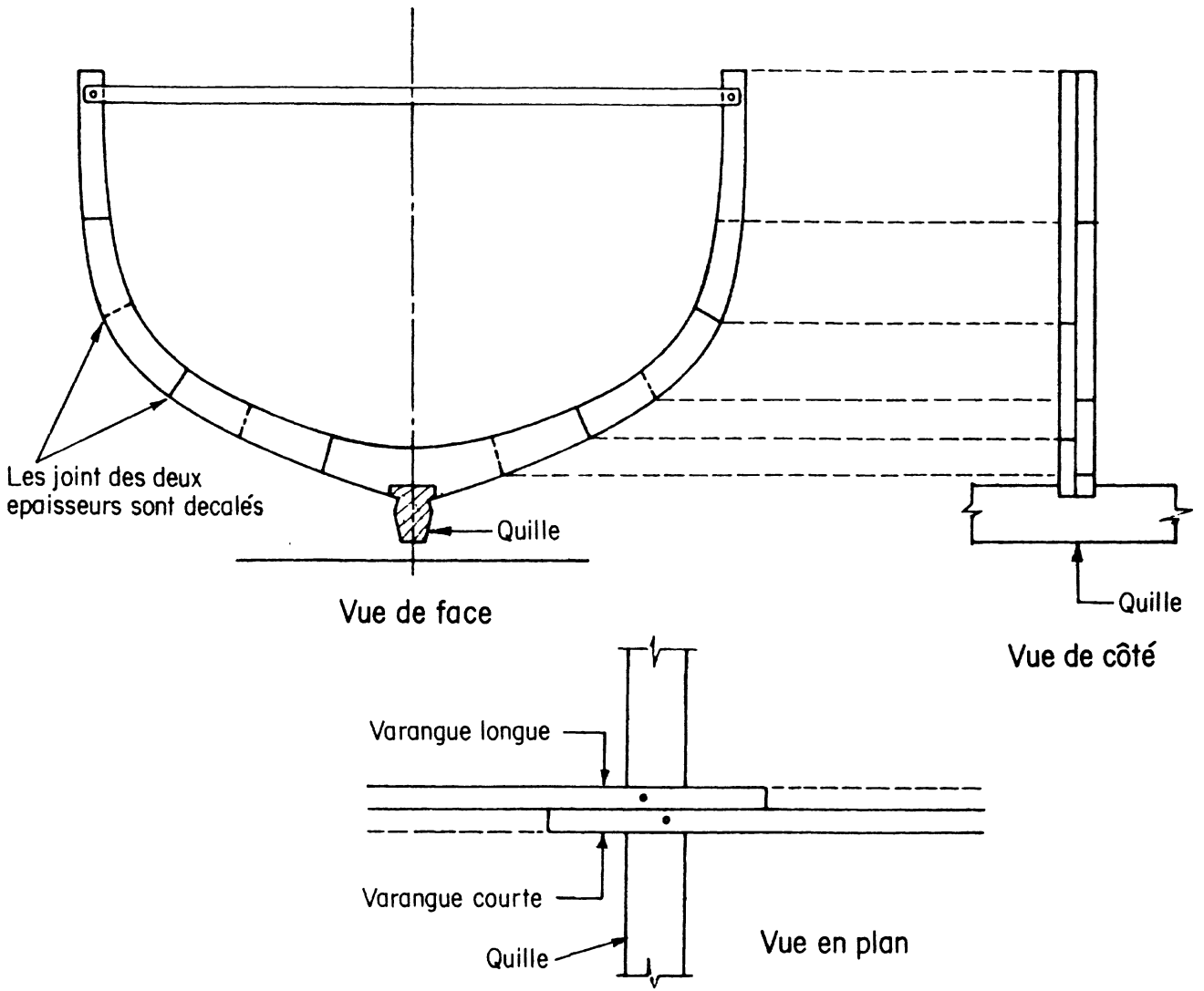


Fig. 27 Membrure avec varangues longues et courtes

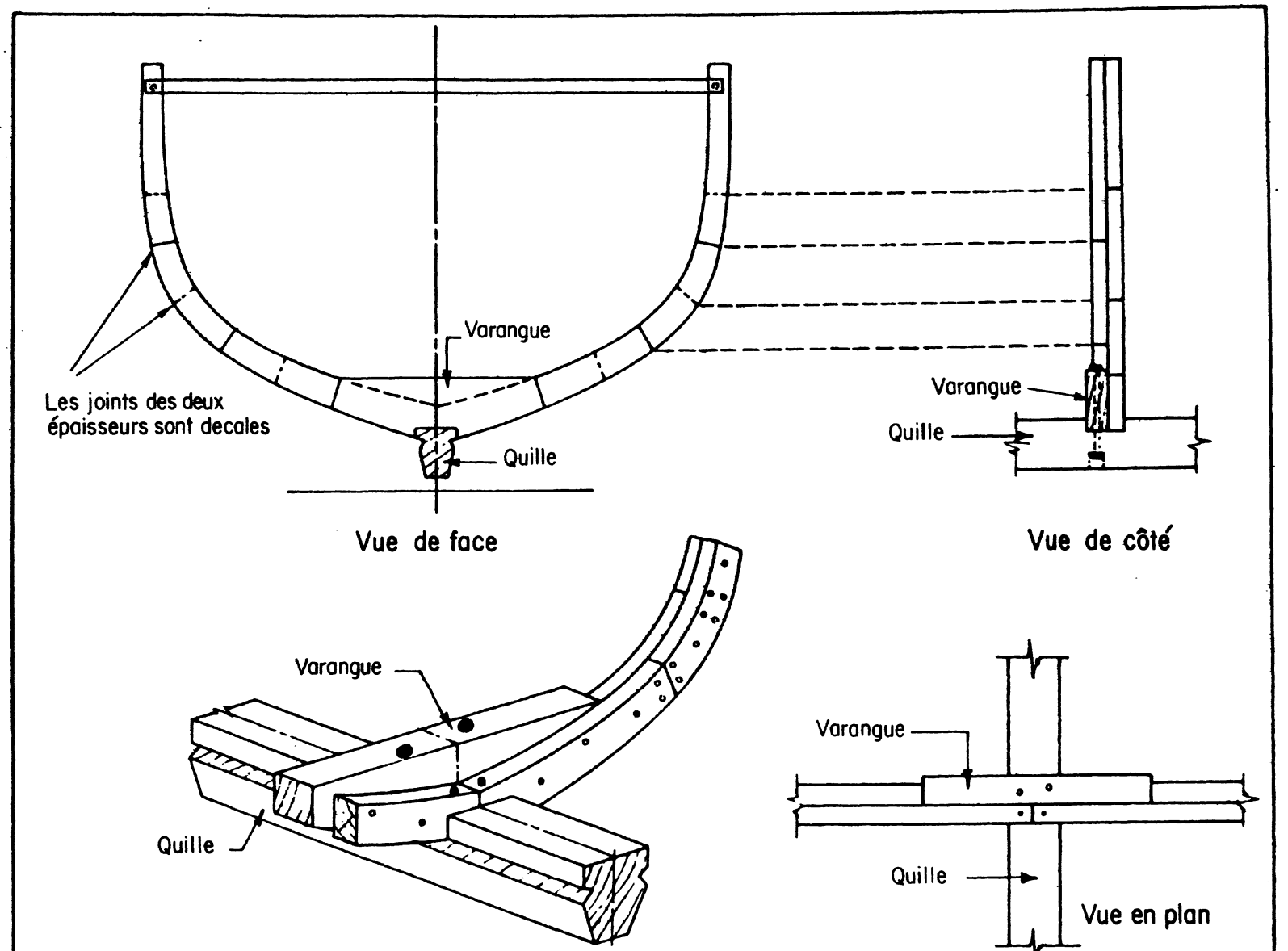


Fig. 28 Membrure avec varangue simple

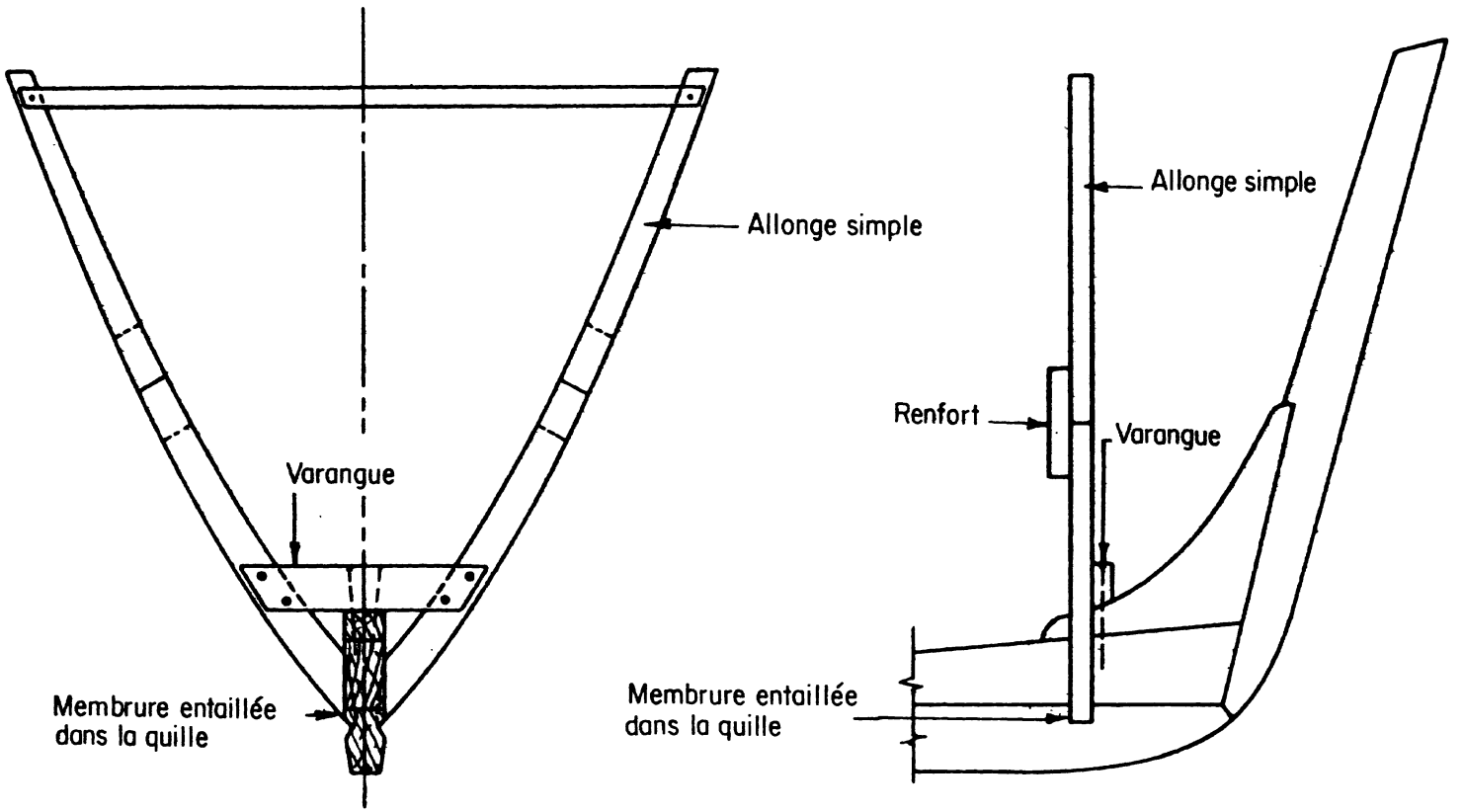


Fig. 29 Membrure simple, avant

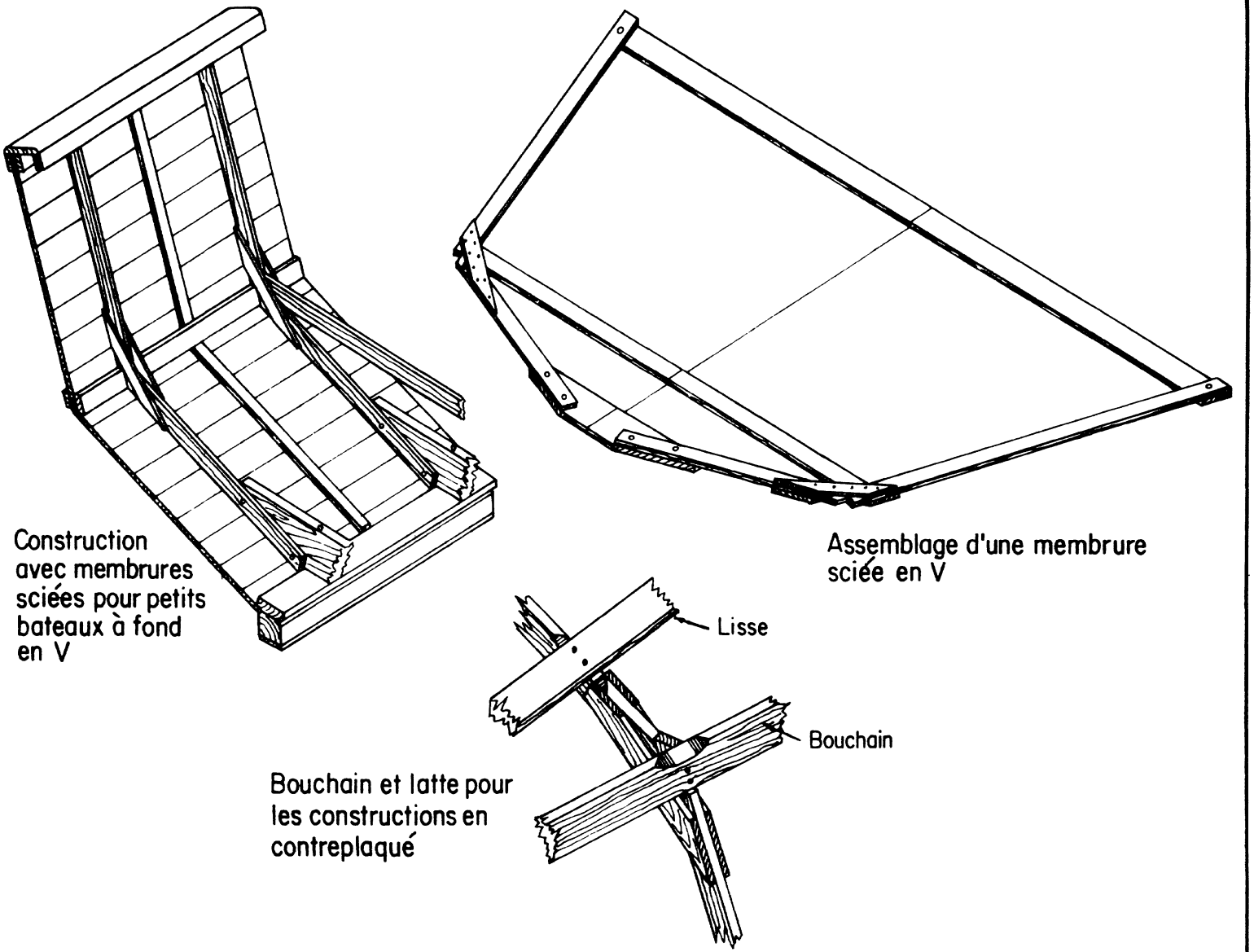


Fig. 30 Membrures sciées pour bateaux à fond en V

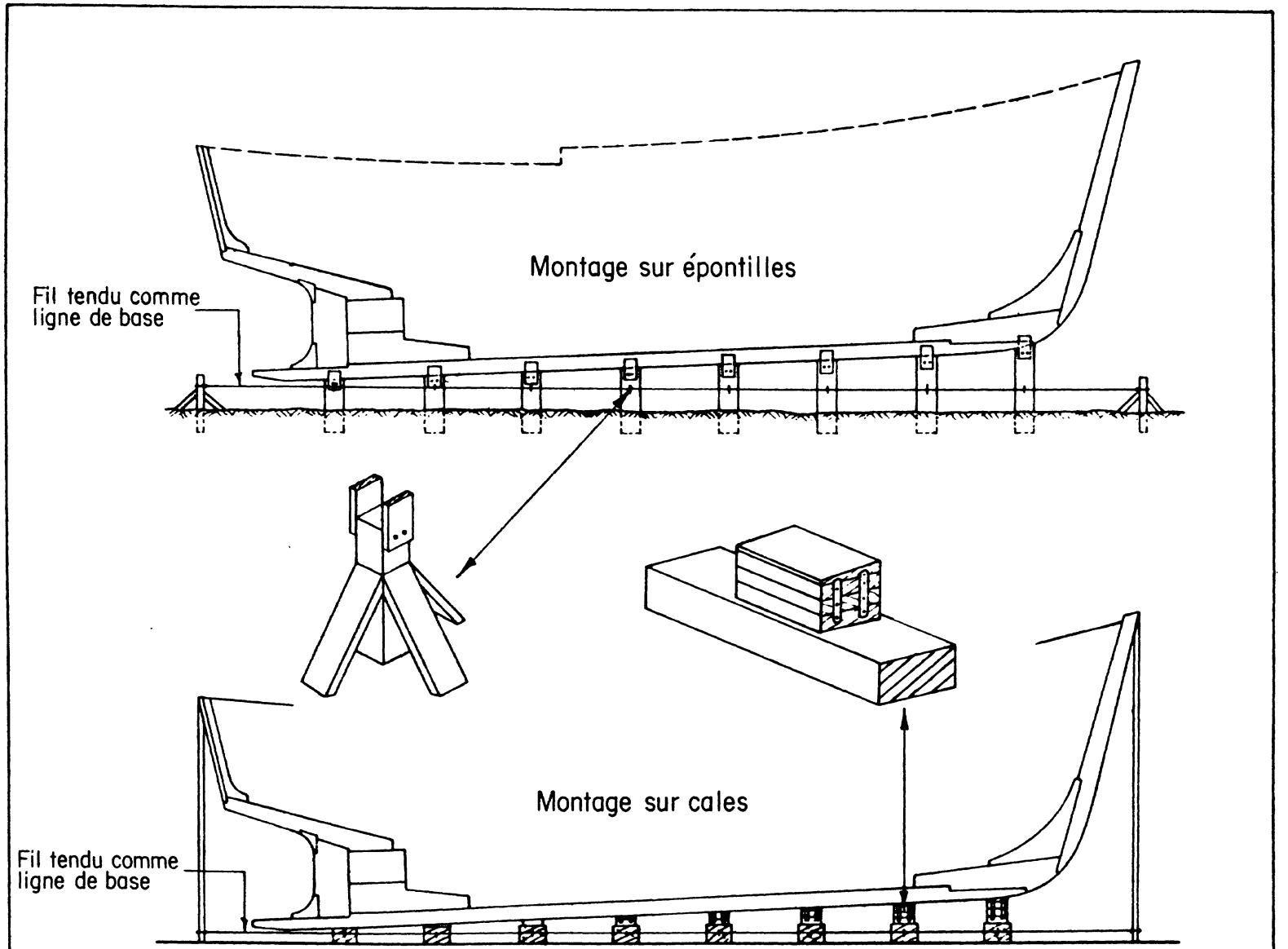


Fig. 31 Montage sur chantier

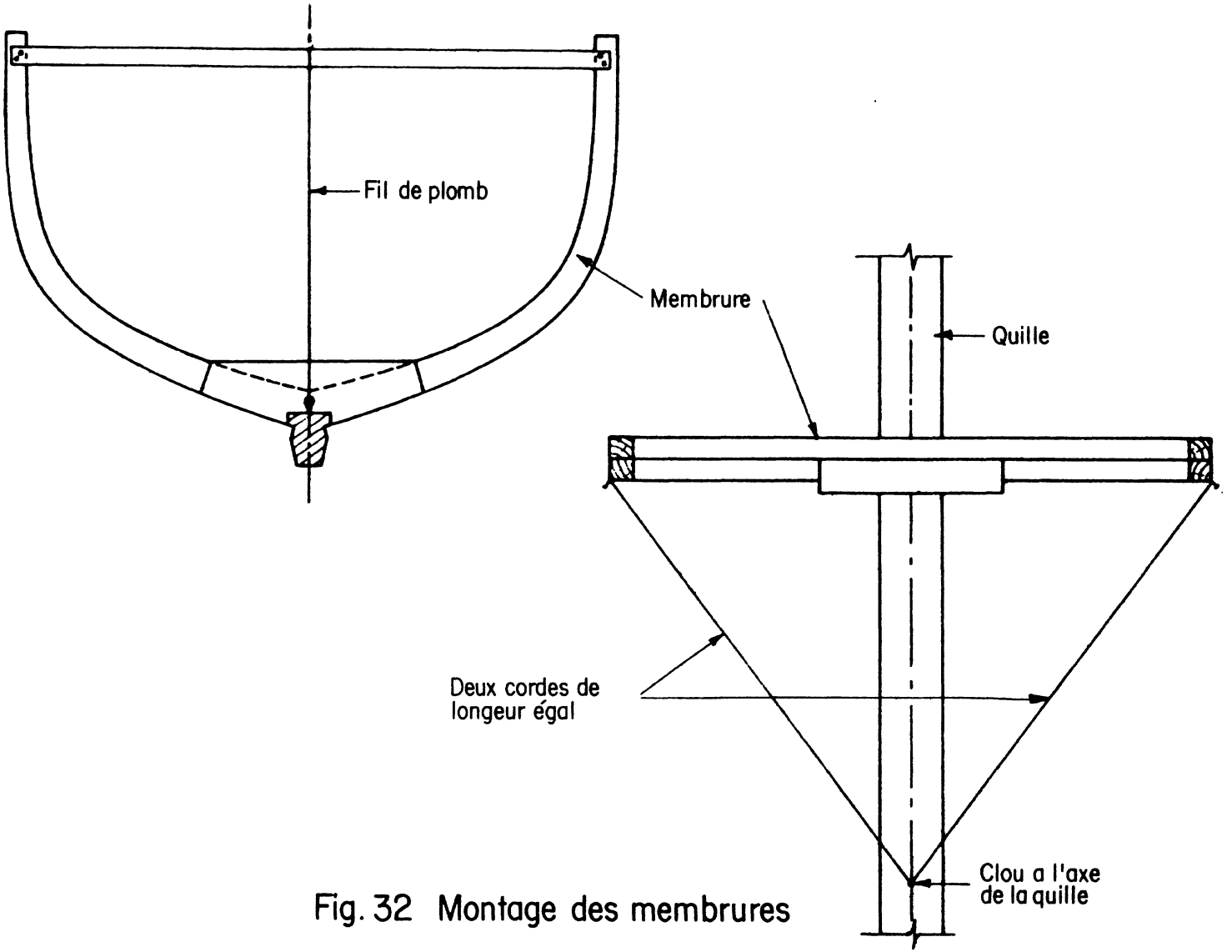


Fig. 32 Montage des membrures

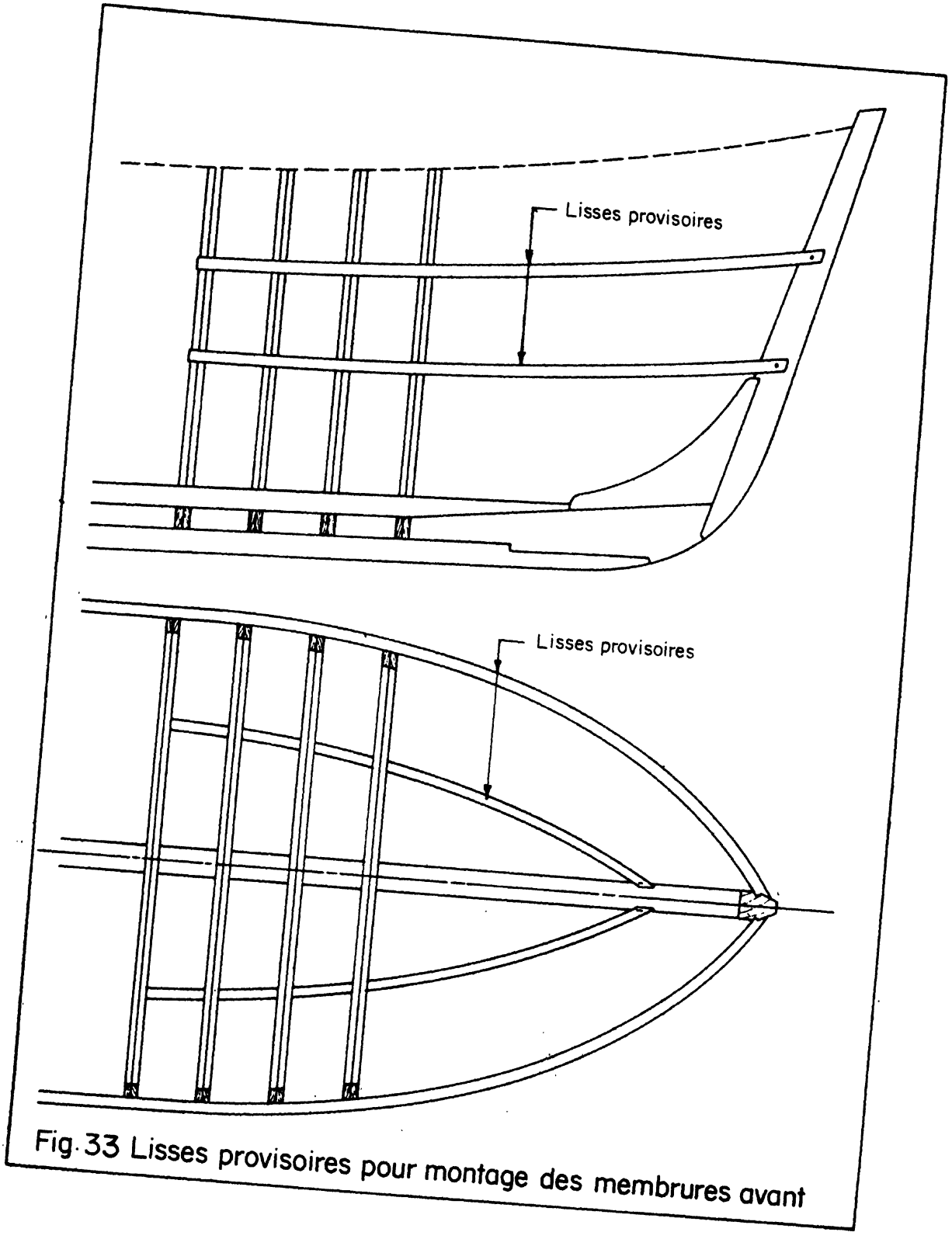
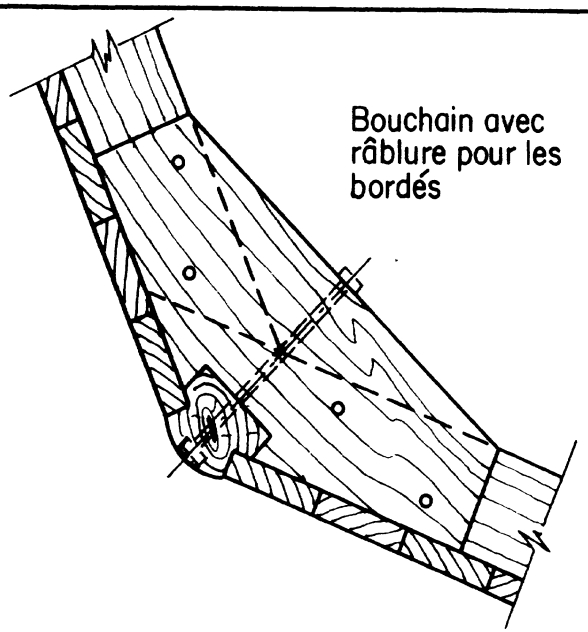
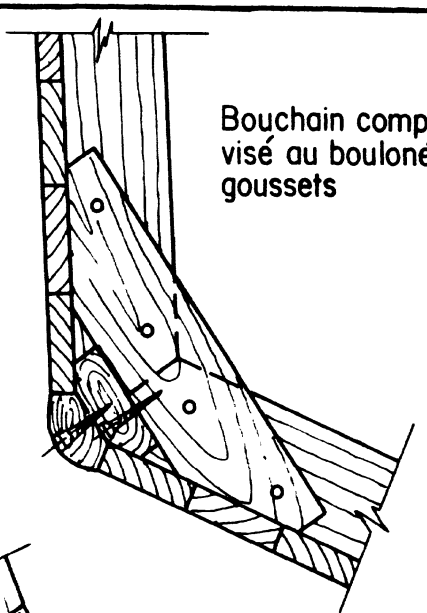
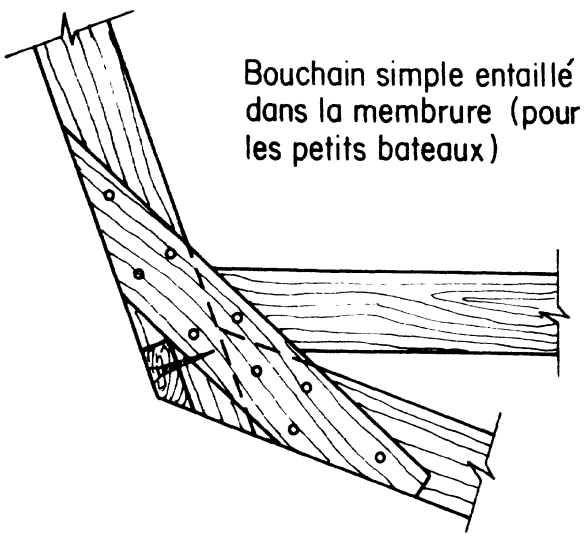


Fig. 33 Lisses provisoires pour montage des membrures avant







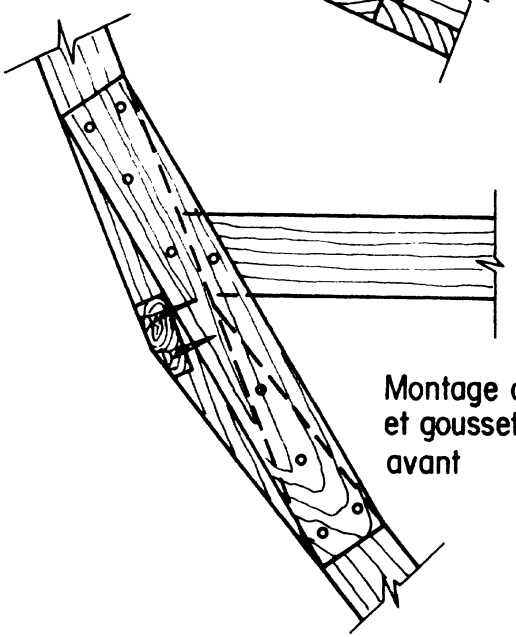
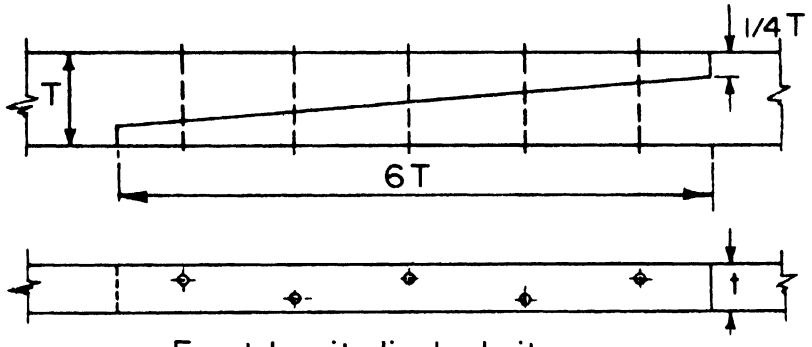
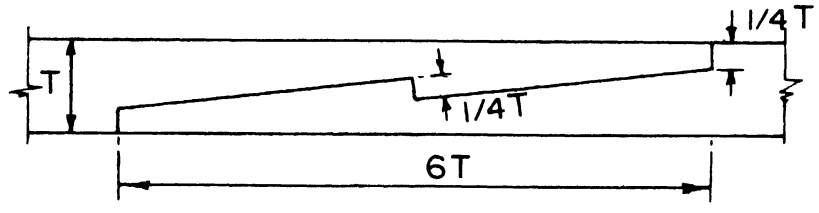


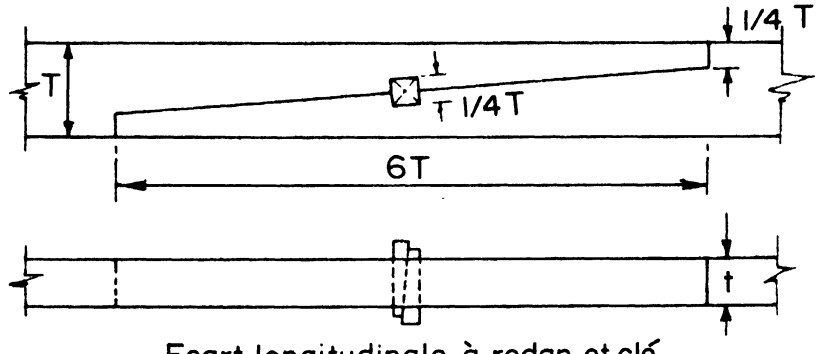
Fig. 34 Bouchains pour les bateaux en fond de V



Ecart longitudinale droit

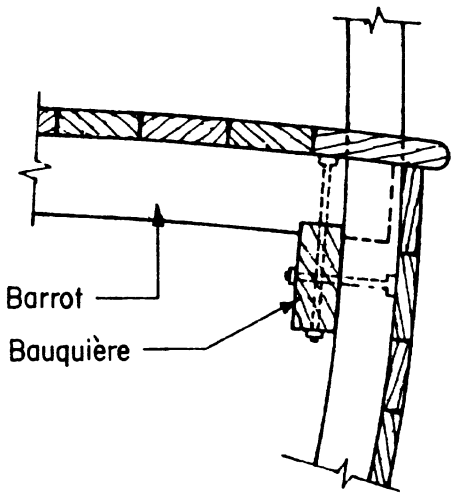


Ecart longitudinale à redan



Ecart longitudinale à redan et clé

Fig. 35 Ecarts



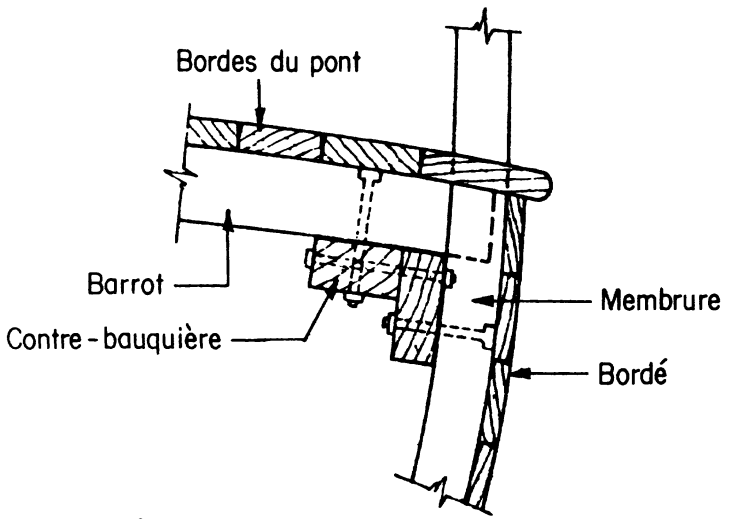
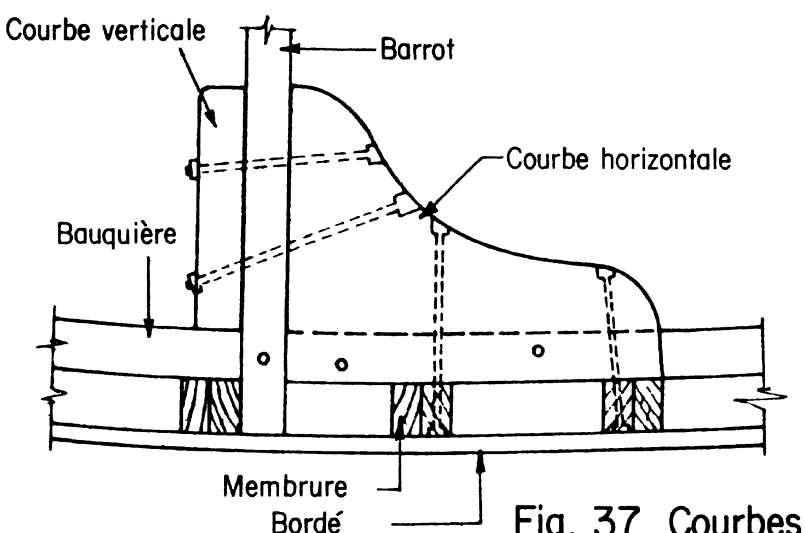


Fig. 36 Bauquière et contre-bauquière



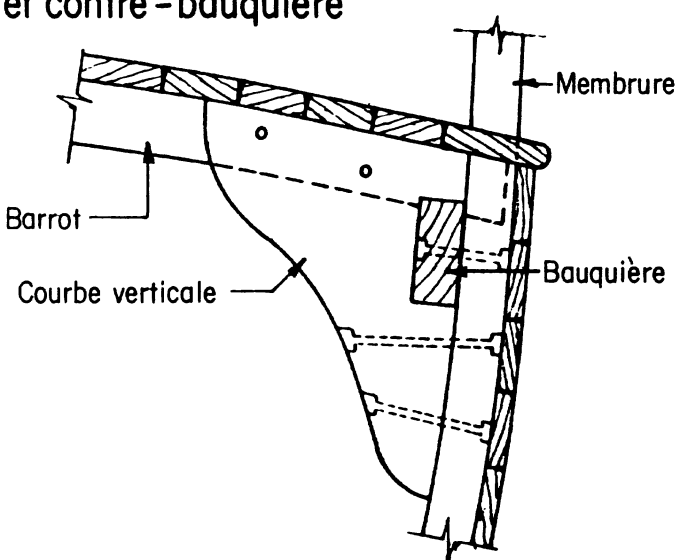


Fig. 37 Courbes, verticales et horizontales

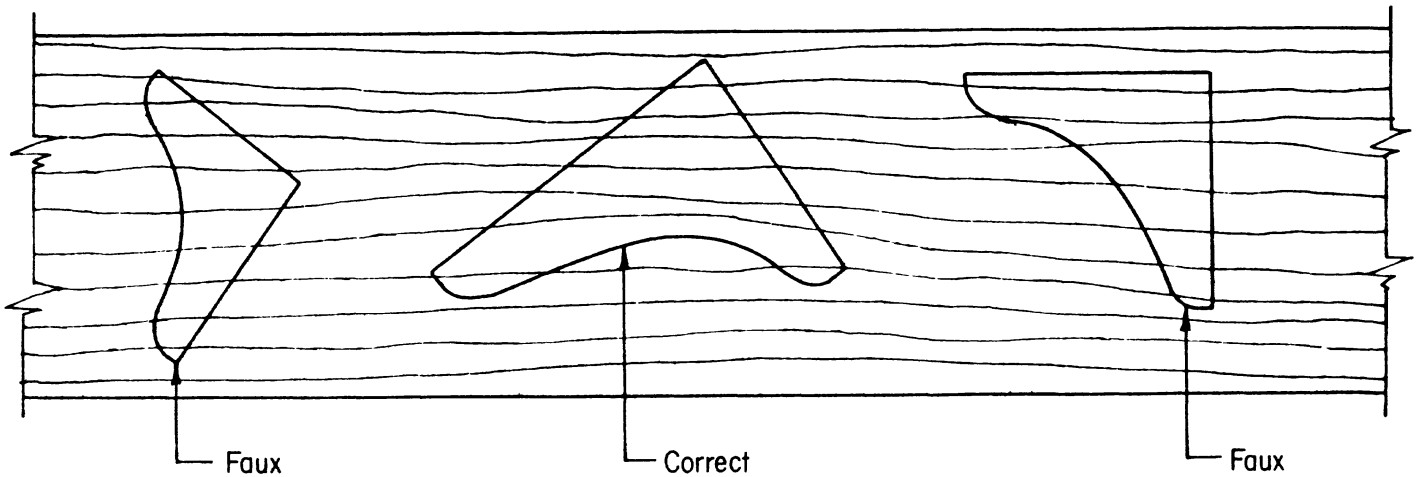
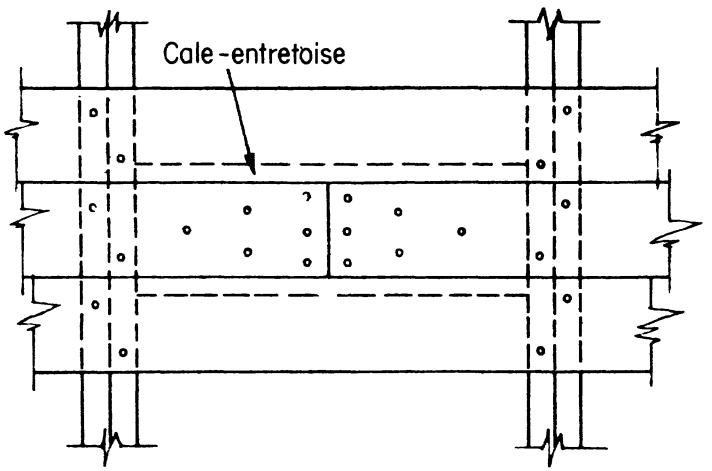


Fig. 38 Sens du fil des bois pour le découpage des courbes



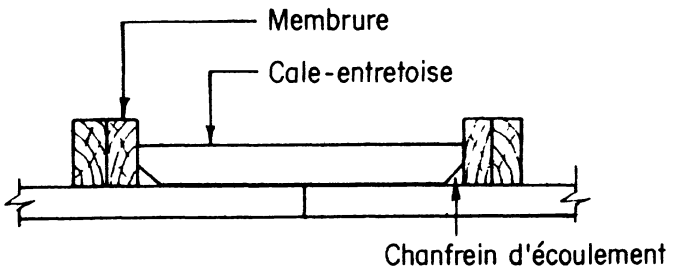


Fig. 39 Cale-entretoise pour les bordages

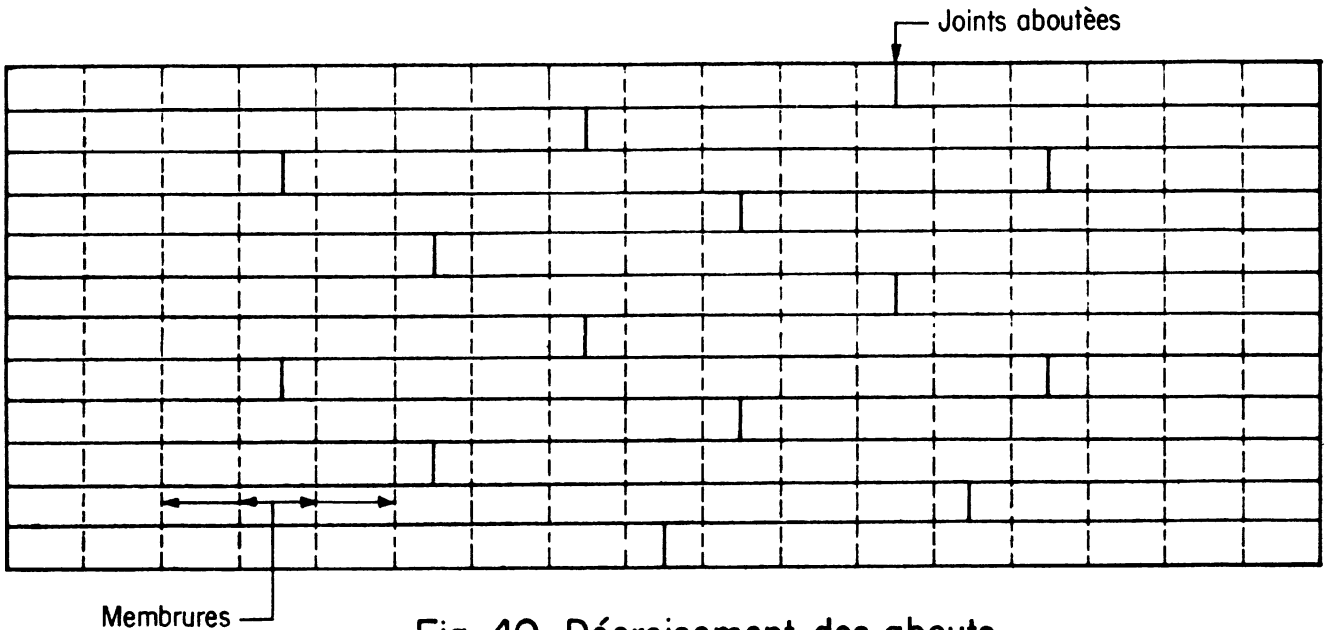


Fig. 40 Décroisement des abouts

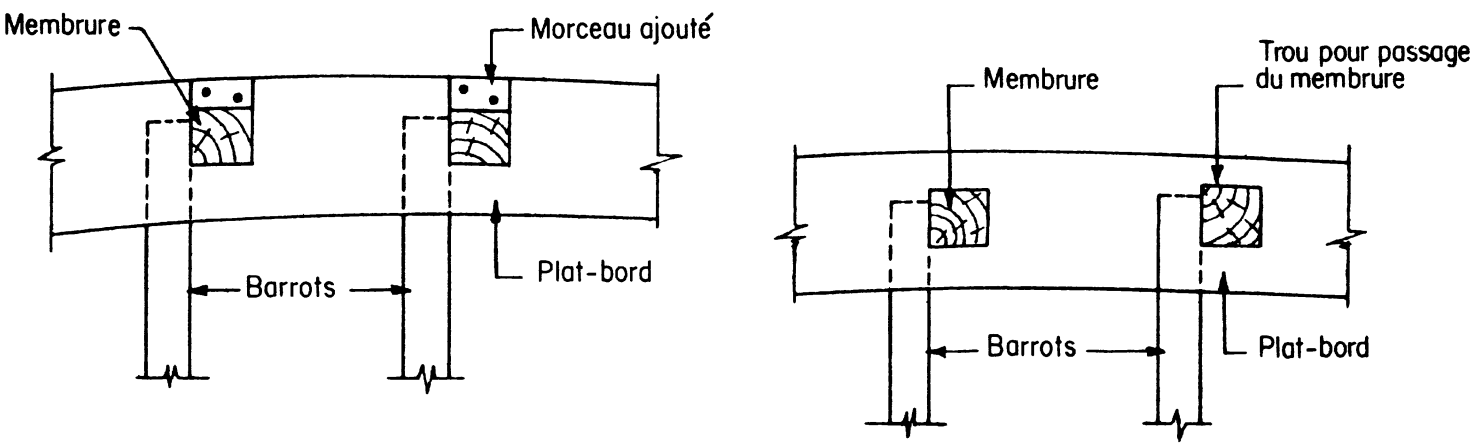


Fig. 42 Construction de plat-bord

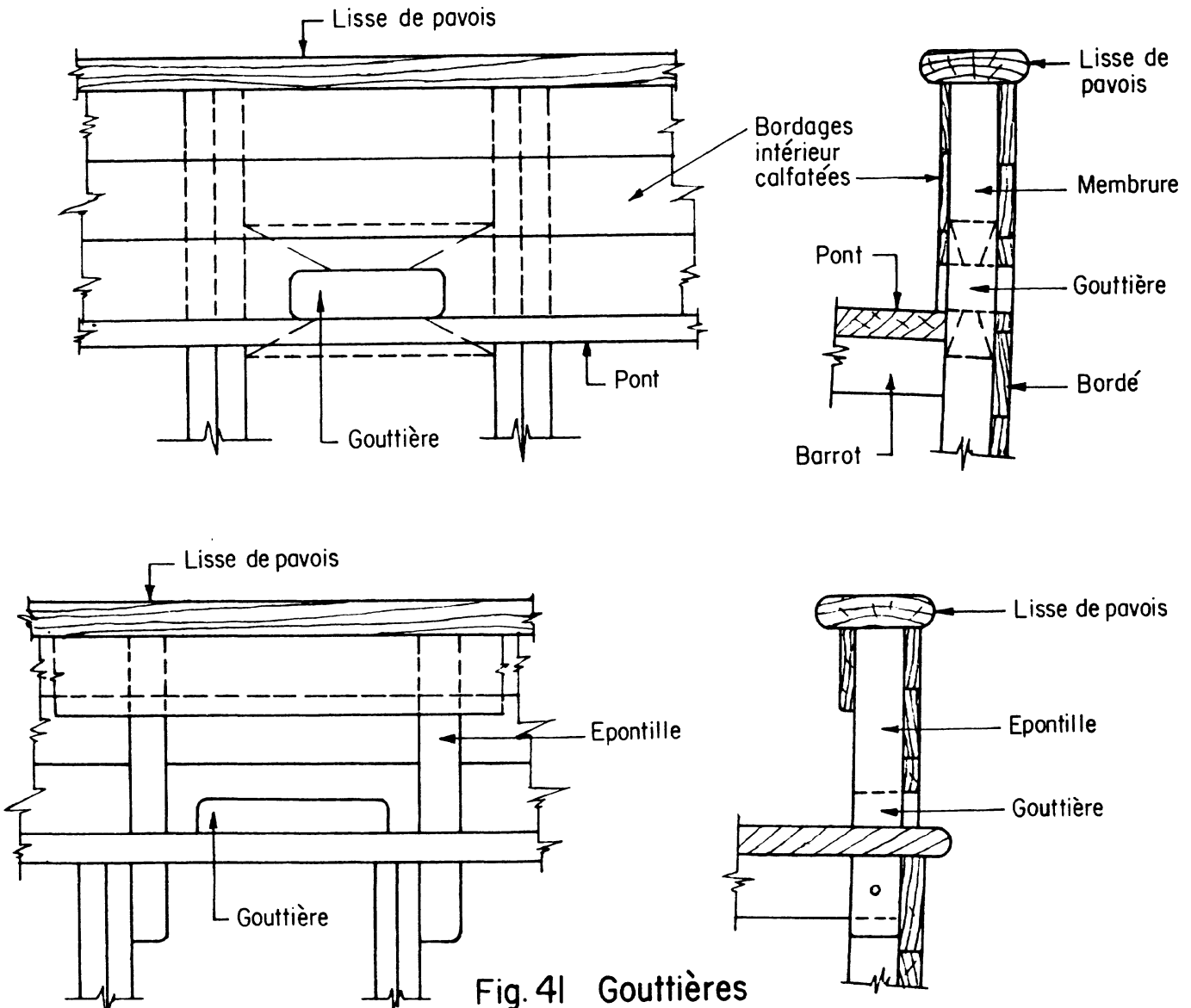


Fig. 41 Gouttières

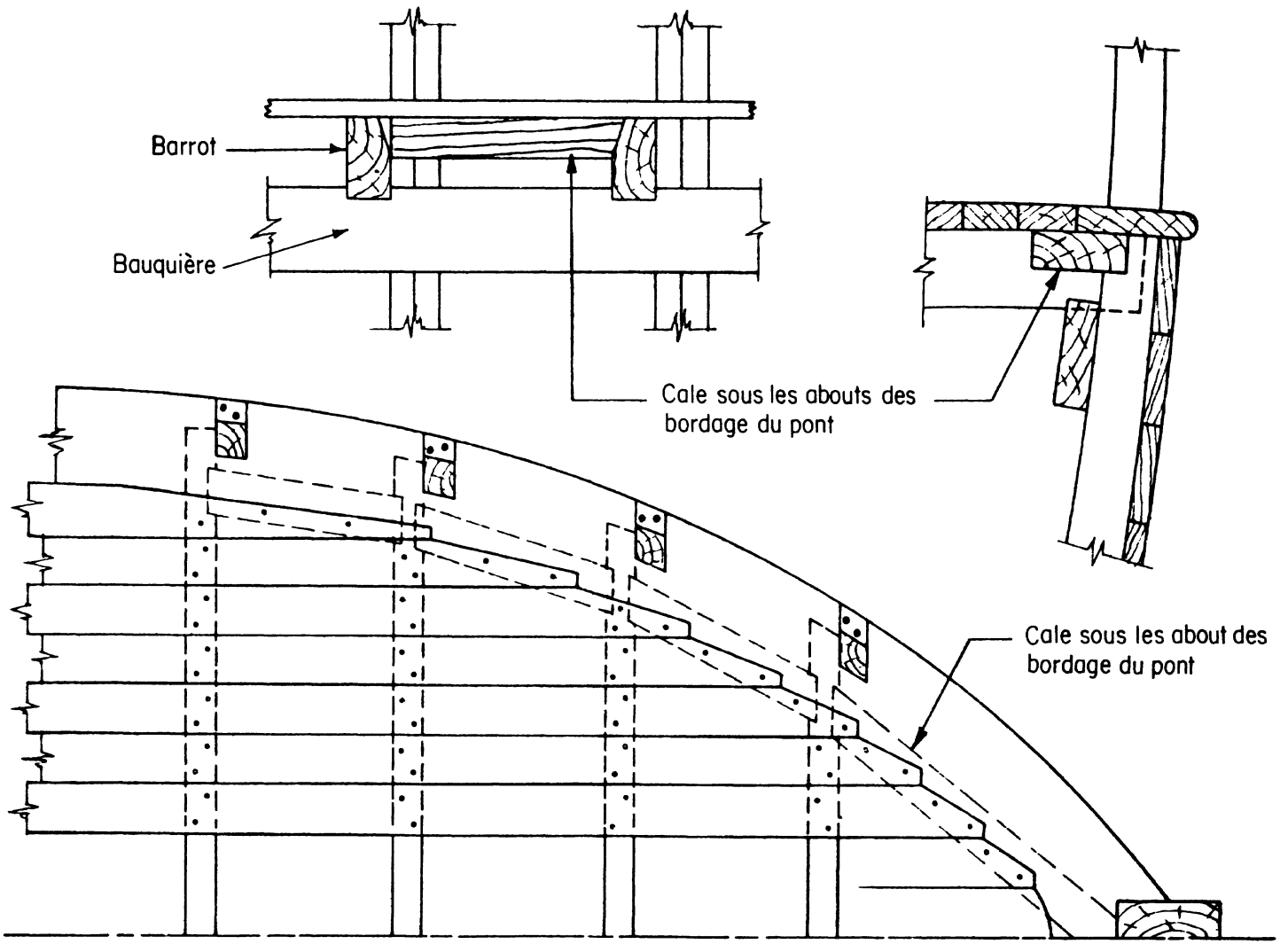


Fig. 43 Plat-bord entaillé pour les abouts des bordages du pont

no: 11253

$$\begin{array}{r} 66 + 14 \\ \hline 80 \end{array}$$